



---

# Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST03)

---

Campagne automne 2014 à automne 2015

- Février 2016 -

**Réalisation :**

**Fédération de l'Allier pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique**

8 rue de la ronde – 03500 ST Pourçain sur Sioule

Tél : 04.70.45.42.90

federation-peche-allier@wanadoo.fr - [www.federation-peche-allier.fr](http://www.federation-peche-allier.fr)

**Coordination, rédaction :**

**Mickaël LELIEVRE**

Directeur – Fédération de l'Allier pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

06.80.92.81.34 – fede03.lielievre@orange.fr

**Mise en place du réseau, collecte et traitement des données, rédaction :**

**Céline GOMBERT**

Technicienne – Fédération de l'Allier pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

fede03.gombert@orange.fr

**Photo de couverture :** La Bouble à Chantelle – FDPPMA 03

**Crédits photos :** Sauf mention contraire, FDPPMA 03.

## Table des matières

<b>1</b>	<b>PREAMBULE</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>LE RESEAU DE SUIVI THERMIQUE DES COURS D'EAU DE L'ALLIER (RST 03)</b> .....	<b>5</b>
2.1	Intérêts et objectifs du RST 03 .....	5
2.2	Matériels et méthodes du RST 03.....	5
2.2.1	<i>Récolte des données</i> .....	5
2.2.2	<i>Traitement des données</i> .....	7
2.2.3	<i>Stations de suivi</i> .....	10
<b>3</b>	<b>RESULTATS 2015</b> .....	<b>12</b>
3.1	Bassins versants Besbre & Loire .....	12
	<i>St 1 : Besbre à St Clément</i> .....	13
	<i>St 8 : Barbenan à Arfeuilles</i> .....	14
	<i>St 2 : Besbre à St Prix</i> .....	15
	<i>St 21 : Graveron à Sorbier</i> .....	16
	<i>St 3 : Besbre à Dompierre-sur-Besbre</i> .....	17
	<i>St 4 : Rau de Loddès à Pierrefitte-sur-Loire</i> .....	18
	<i>St 5 : Abron à St Ennemonde</i> .....	19
3.2	Bassins versants Sioule & Allier.....	20
	<i>St 6 : Sichon à Arronnes</i> .....	21
	<i>St 14 : Sarmon à Brugheas</i> .....	22
	<i>St 7 : Andelot à Brout-Vernet</i> .....	23
	<i>St 9 : Sioule à St Germain de Salles</i> .....	24
	<i>St 10 : Venant à Voussac</i> .....	25
	<i>St 19 : Bouble à Echassières</i> .....	26

<i>St 11 : Bouble à Chantelle</i> .....	27
<i>St 13 : Burge à Aubigny</i> .....	28
3.3 Bassin versant du Cher .....	29
<i>St 18 : Tartasse à Marcillat en Combraille</i> .....	30
<i>St 12 : Cher à Lavault-Ste-Anne</i> .....	31
<i>St 20 : Magieure à Vaux</i> .....	32
<i>St 22 : Arnon à Viplaix</i> .....	33
<i>St 15 : Œil à Malicorne</i> .....	34
<i>St 16 : Bandais à Vieure</i> .....	35
<i>St 17 : Aumance à Meaulne</i> .....	36
<b>4 SYNTHÈSE .....</b>	<b>37</b>
4.1 Thermie générale.....	37
4.2 Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tm30jmax) .....	38
4.3 Evaluation de la méthode appliquée.....	41
<b>5 CONCLUSION .....</b>	<b>42</b>
<b>6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>43</b>
<b>7 ANNEXES .....</b>	<b>44</b>

## Liste des figures

FIGURE 1 : INSTALLATION D'UNE SONDE .....	6
FIGURE 2 : LOCALISATION DES STATIONS DU RST 03 .....	11
FIGURE 3 : LE BARBENAN A L'AMONT D'ARFEUILLES .....	12
FIGURE 4 : LA BOUBLE A CHANTELLE.....	20
FIGURE 5 : LA TARTASSE A MARCILLAT EN COMBRAILLE .....	29
FIGURE 6 : EVOLUTION DE LA TEMPERATURE POUR L'ENSEMBLE DES STATIONS .....	37
FIGURE 7 : ECART ENTRE LES TEMPERATURES MOYENNES DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS .....	39
FIGURE 8 : TEMPERATURES MOYENNES DES 30 JOURS CONSECUTIFS LES PLUS CHAUDS EN 2015 .....	40
FIGURE 9 : LE SAPEY .....	41

## Liste des tableaux

TABLEAU 1 : PRESENTATION ET DESCRIPTION DES 30 VARIABLES THERMIQUES CALCULEES PAR LA MACRO MACMASALMO A PARTIR DES DONNEES DE TEMPERATURE (DUMOUTIER ET AL., 2010) .....	8
TABLEAU 2 : STATIONS DU RST 03.....	10
TABLEAU 3 : TEMPERATURES MOYENNES DES 30 JOURS LES PLUS CHAUDS .....	39

## Liste des annexes

ANNEXE 1 : EXEMPLE DE FICHE DE SUIVI STATION.....	44
---	----

# 1 Préambule

---

La température de l'eau influe sur l'ensemble des écosystèmes aquatiques, des producteurs primaires jusqu'aux consommateurs au sommet des chaînes alimentaires. Tous ces organismes possèdent des optimums thermiques qui conditionnent leur répartition longitudinale depuis la source jusqu'à l'embouchure, phénomène visible même à l'échelle locale. Les variations de températures sont également en adéquation directe avec le bon déroulement des cycles de reproduction de la faune de nos cours d'eau. La température fait donc partie intégrante des caractéristiques déterminantes des peuplements piscicoles.

D'autre part, de nombreux processus biologiques sont liés à la température, comme l'oxygénation, la respiration, la photosynthèse, la nitrification et la dégradation des matières organiques. S'intéresser à la température d'un cours d'eau est donc indispensable pour comprendre son fonctionnement global, estimer sa qualité et sa capacité à offrir des conditions satisfaisantes pour les espèces piscicoles.

Ainsi, le paramètre température est pris en compte dans le calcul d'indices utilisés pour analyser la qualité des peuplements piscicoles (NTT<sup>1</sup>). L'acquisition de données thermiques précises sur les cours d'eau du département permet donc d'affiner les interprétations des inventaires piscicoles et de l'évolution des peuplements dans un contexte de changement climatique. D'autre part, ce réseau assurera, sur le long terme, une source de données nécessaire à une meilleure compréhension du régime des cours d'eau du département et des fluctuations des populations d'espèces sensibles comme la truite fario. Enfin, les données pourront contribuer à alimenter des études ponctuelles et fournir des éléments pour l'actualisation du Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion de la ressource piscicole (PDPG).

Le présent rapport présente les données récoltées au cours de la période allant de l'automne 2014 à l'automne 2015.

---

<sup>1</sup> Niveau Typologique Théorique (Verneaux, 1973,1976 et 1981)

## 2 Le Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST 03)

---

### 2.1 Intérêts et objectifs du RST 03

Le Réseau de Suivi Thermique a pour objet de :

- Fournir des données précises pour le calcul des indices de qualité des peuplements piscicoles (NTT) ;
- Permettre une analyse plus fine des résultats des pêches électriques ;
- Apporter des éléments de compréhension sur la modification des peuplements piscicoles en général et des fluctuations des populations d'espèces sensibles comme la truite fario ;
- Permettre une meilleure compréhension des régimes hydrologiques ;
- Apporter une vision globale de la thermie sur chaque bassin versant ;
- Apporter des données pour des études ponctuelles ;
- Fournir des éléments de gestion ;
- Fournir des éléments pour l'actualisation du Plan Départemental pour la Protection du milieu aquatique et la Gestion de la ressource piscicole (PDPG).

### 2.2 Matériels et méthodes du RST 03

#### 2.2.1 Récolte des données

Le parc de sondes thermiques est constitué d'un matériel de type HOBO® Pendant Temperature Data Logger et d'une navette de même marque pour le téléchargement des données sur le terrain.

Le traitement des données s'effectue à partir de la macro MACMASalmo, créée pour l'analyse des données thermiques des contextes salmonicoles de Haute-Savoie. Nécessitant des données sur un pas de temps d'une heure, les sondes sont donc paramétrées de la sorte avant leur mise en place.

Pour protéger les sondes des chocs qu'elles peuvent subir une fois immergées, lors de crues par exemple, il a été choisi de les placer dans des boîtiers PVC troués et permettant donc à l'eau d'atteindre les capteurs thermiques.

Ces boîtiers sont ensuite fixés à un élément solide et stable de la berge, comme des systèmes racinaires, au moyen d'un câble métallique gainé suffisamment long pour permettre à la sonde de rester immergée même en période d'étiage sévère. Elle est calée le plus profond possible avec une pierre.

Afin de pouvoir retrouver les emplacements facilement, une fiche station est renseignée pour chaque enregistreur posé (cf. annexe). Les données essentielles à noter sont :

- Nom du cours d'eau et du bassin
- Numéro de station
- Numéro de sonde
- Date de pose / levé
- Nom de la personne ayant posé la sonde
- Coordonnées GPS du site
- Description précise de l'accès et de la localisation exacte de la sonde
- Plusieurs photos de situation avec un indice de localisation de la sonde (laissé uniquement le temps des photos).

Ces fiches sont compilées dans un classeur et complétées à chaque campagne de terrain. Elles permettent donc le suivi des actions réalisées sur les stations au cours du temps.

Lors de la mise en place des sondes et de la récupération des données, il est important d'éviter les interruptions dans les phases « critiques » pour la faune piscicole (incubation des œufs, périodes les plus chaudes...). De plus, l'accès aux cours d'eau peut s'avérer compliqué en période hivernale (hautes eaux, faible température). Les meilleures périodes pour la manipulation des sondes se trouvent donc en juin et en septembre - octobre. En 2014, première année du suivi, les sondes ont donc été placées au printemps.

Afin de perdre le moins d'informations possible en cas de dysfonctionnement d'une sonde ou d'impossibilité d'accès (crue...), deux campagnes de récupération des données peuvent être réalisées chaque année, à l'automne (octobre) et au printemps (mai / juin).

Les données sont alors récupérées directement sur le terrain grâce à une navette étanche HOB0®, et les sondes aussitôt remises à l'eau. Cette opération permet également de vérifier le bon état de fonctionnement du matériel et de le remplacer au besoin. En effet, la durée de vie des piles étant d'un an d'après les données constructeur, il est nécessaire d'avoir quelques sondes et/ou piles de remplacement pour pouvoir changer les enregistreurs montrant une faiblesse.



**Figure 1 : Installation d'une sonde**

### 2.2.2 Traitement des données

Les données récupérées sur le terrain sont mises en forme pour leur traitement (suppression des données hors d'eau...), vérifiées (absence de données aberrantes), et compilées par station, dans des tableurs Excel.

Les données brutes sont traitées à l'aide de la Macro Excel d'Aide au Calcul de variables thermiques appliquées aux Milieux Aquatiques Salmonicoles (MACMASalmo V1.0, Dumoutier et al., 2010), développée par La Fédération de Haute-Savoie pour la Pêche et la Protection des Milieux Aquatiques (FDPPMA 74) et l'INRA UMR CARTEL de Thonon.

Grâce à la macro MACMASalmo, 30 variables thermiques différentes peuvent être caractérisées réparties en 4 grandes catégories (tableau 1) :

- D'une part les variables thermiques générales caractérisant le milieu,
- D'autre part, les variables thermiques relatives aux exigences écologiques de la truite commune :
  - o préférendum thermique de la truite commune
  - o conditions de développement de la Maladie Rénale Proliférative (MRP ou PKD),<sup>2</sup>
  - o conditions thermiques relatives à la phase de développement embryo-larvaire.

Dans le cadre de ce rapport, seules les variables concernant la thermie générale et le préférendum thermique de la truite fario sont présentées. Pour les stations en contexte salmonicole, une analyse de la durée et des conditions thermiques du développement embryo-larvaire de la truite fario pourra être réalisée lorsque la plage de données disponibles est suffisante.

En fonction des besoins, des données relatives à d'autres espèces (brochet, ombre...) pourront être calculées à partir d'un tableur Excel.

Afin d'avoir un minimum de recul et de pouvoir analyser l'évolution des données au cours du temps, ce suivi est défini pour une durée de 5 ans (printemps 2014 à printemps 2019).

---

<sup>2</sup> La PKD (« Proliferative Kidney Disease » = maladie rénale proliférative), est une maladie infectieuse touchant préférentiellement les truites, les ombres et les saumons. Elle provoque, chez les sujets atteints, une importante hypertrophie des reins et éventuellement du foie et de la rate qui peut entraîner dans les populations des taux de mortalité relativement importants notamment chez les juvéniles. L'agent infectieux est un parasite nommé *Tetracapsula bryosalmonae* (Canning et al., 1999) qui utilise comme hôte intermédiaire des bryozoaires (Anderson et al., 1999). La température de l'eau joue un rôle important dans le cycle de développement de ce parasite qui se propage dans le milieu naturel lorsque celle-ci atteint 9°C (Gay et al., 2001).

Catégorie	Code variable	Désignation succincte
Rappel	Dd Période	Date de début de la période étudiée
	Df Période	Date de fin de la période étudiée
	Durée	Durée de la période en jours
Thermie générale	Ti min	Température instantanée minimale
	Ti max	Température instantanée maximale
	ATi	Amplitude thermique sur la période étudiée
	Ajmax Ti	Amplitude thermique journalière maximale
	D Ajmax Ti	Date à laquelle l'amplitude thermique journalière maximale a été observée
	Tmj min	T° moyenne journalière minimale
	Tmj max	T° moyenne journalière maximale
	ATmj	Amplitude thermique des moyennes journalières
	D Tmj max	Date à laquelle la T° moyenne journalière maximale a été observée
	Tmp	T° moyenne de la période
	Tm30j max	T° moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds
	Dd Tm30j max	Date de début de la période correspondante aux 30 jours consécutifs les plus chauds
	Df Tm30j max	Date de fin de la période correspondante aux 30 jours consécutifs les plus chauds
	Préferendum thermique	Nbj Tmj 4-19
%j Tmj 4-19		Pourcentage de jours où la T° moy journalière est comprise entre 4 et 19°C
Dd Tmj <4		Date à laquelle la T° moy journalière est pour la première fois < 4°C
Df Tmj <4		Date à laquelle la T° moy journalière est pour la dernière fois < 4°C
%j Tmj<4		Pourcentage de jours où la T° moy journalière est < 4°C
%j Tmj>19		Pourcentage de jours où la T° moy journalière est > 19°C
Nb Ti > 19		Nombre d'heures totales où la T° instantanée est > 19°C
Nb sq Ti > 19		Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent > 19°C
Nbmax Ti csf > 19		Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent > 19°C
Nb Ti >= 25		Nombre d'heures totales où la T° est ≥ 25°C
Nb sq Ti >= 25		Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent ≥ 25°C
Nbmax Ti csf >= 25		Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent ≥ 25°C
Développement potentiel MRP		Nb Ti >= 15
	Nb sq Ti >=15	Nombre de séquences durant lesquelles les T° restent ≥ 15°C
	Nbmax Ti csf >=15	Nombre d'heures max consécutives durant lesquelles les T° restent ≥ 15°C
Phase de vie embryon-larvaire (PEL)	D50 ponte	Date médiane de ponte rentrée par l'utilisateur
	Nbj Inc	Nombre de jours d'incubation
	D50 Ecl	Date médiane d'éclosion
	Nbj Rsp	Nombre de jours de résorption
	Nbj PEL	Nombre total de jours de la phase de vie Embryo-Larvaire
	D50 Emg	Date médiane d'émergence
	Nb Ti > 15 (PEL)	Nombre d'heures totales où la T° est > 15°C pendant la PEL
	Nb sq Ti > 15 (PEL)	Nombre de séquences pendant la PEL durant lesquelles les T° restent > 15°C
	Nbmax Ti csf > 15 (PEL)	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles les T° restent > 15°C
	Nb Ti < 1.5 (PEL)	Nombre d'heures totales où la T° est < 1,5°C pendant la PEL
	DNb sq Ti < 1.5 (PEL)	Nombre de séquences pendant la PEL durant lesquelles les T° restent < 1,5°C
	Nbmax Ti csf < 1.5 (PEL)	Nombre d'heures max consécutives pendant la PEL durant lesquelles les T° restent < 1,5°C

Tableau 1 : Présentation et description des 30 variables thermiques calculées par la macro MACMASalmo à partir des données de température (Dumoutier et al., 2010)

### 2.2.2.1 Conditions thermiques générales

Les conditions thermiques générales sont décrites par :

- l'évolution annuelle des températures moyennes journalières pour l'ensemble des stations étudiées,
- les données thermiques estivales, période sur laquelle les températures les plus élevées sont enregistrées et qui peuvent avoir le plus d'impact sur les peuplements piscicoles. La température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tm30j max) est directement exploitable pour le calcul de la biotypologie d'après la formule proposée par Verneaux (1973).

### 2.2.2.2 Conditions thermiques vis-à-vis des exigences écologiques de la truite commune

- **Préférendum thermique, stress métabolique et risque de mortalité**

Les données thermiques recueillies permettent de calculer le temps (nombre de jours par an) où la température de l'eau est comprise dans le préférendum thermique de la truite commune. Ce préférendum peut être défini comme la plage de températures d'eau permettant une activité métabolique de la truite c'est-à-dire favorable à son alimentation et à sa croissance. En accord avec de nombreux auteurs (Varley, 1967 ; Elliott, 1975 ; Alabaster et Lloyd, 1980 ; Elliott, 1981 ; Crisp, 1996 ; Elliott et Hurley, 2001), les valeurs limites basse et haute de ce préférendum ont été fixées respectivement à 4°C et 19°C.

Le stress thermique potentiellement engendré par les températures estivales est évalué par la durée totale où la température instantanée mesurée est supérieure à 19°C (Nb Ti>19°C). Il est comparé à la répartition des valeurs du Nb Ti>19°C obtenues sur 393 enregistrements annuels actuellement réalisés sur l'ensemble du département.

Par ailleurs, le risque de mortalité pour la truite associé aux fortes températures de l'eau est évalué par l'atteinte du seuil de 25°C.

- **Durée et conditions thermiques du développement embryo-larvaire**

Lorsque les données hivernales sont disponibles, l'analyse des séquences de temps où la température présente des valeurs inférieures à 1,5°C ou supérieures à 15°C permet les conditions du développement embryo-larvaire. En effet, on considère (Humpesh, 1985) que les températures moyennes journalières de 1,5°C et de 15°C peuvent être considérées comme des valeurs limites à partir desquelles le taux de survie embryo-larvaire est fortement affecté.

**Les caractéristiques thermiques obtenues sur chacune des stations pour les variables citées précédemment, permettent de connaître l'aptitude du milieu à accueillir ou non une population fonctionnelle de truite. En effet, le dépassement prolongé du seuil de confort, ou de trop faibles températures durant la période de vie embryo-larvaire, sont autant de facteurs limitant le développement voire même le maintien d'une population naturelle de truite.**

### 2.2.3 Stations de suivi

Afin de répondre au mieux aux objectifs, le choix de l'emplacement des stations doit permettre de :

- Apporter des données précises sur les secteurs où des pêches du RSPP sont réalisées ;
- Permettre une vision globale de l'évolution de la thermie sur le long terme et donc être réparties sur l'ensemble des grands contextes hydrographiques du département ;
- Apporter une vision globale de la thermie sur chaque bassin versant.

Ainsi, 22 stations ont été réparties sur l'ensemble du département, avec si possible, 3 sondes par bassin versant :

N° Station	Cours d'eau	Commune	Lieu dit	X L93	Y L93	date pose
1	Besbre	St Clément	stade	754230	6552316	03/04/2014
2	Besbre	Saint Prix	déchetterie	749849	6570338	03/04/2014
3	Besbre	Dompierre s/ Besbre	La Planche	753478	6603613	29/04/2014
4	Rau de Loddes	Pierrefitte sur Loire	Pont RD465	763354	6597999	29/04/2014
5	Abron	St Ennemond	Les Veillards	732096	6617349	29/04/2014
6	Sichon	Arronnes	bourg	743794	6551159	03/04/2014
7	Andelot	Brout Vernet	Les Dacs	722536	6566494	15/04/2014
8	Barbenan	Arfeuilles	bourg - terrain de tennis	756220	6562279	03/04/2014
9	Sioule	St Germain de Salles	La Cure	715999	6563737	15/04/2014
10	Venant	Voussac		704345	6581860	15/04/2014
11	Bouble	Chantelle	Moulin Dieu	710747	6571205	15/04/2014
12	Cher	Lavault Ste Anne	Ecole canoë kayak	669023	6578956	23/04/2014
13	Burge	Aubigny	Pont RD101	711295	6620537	30/04/2014
14	Sarmon	Brugheas	Pont D221	728591	6552846	05/05/2014
15	Œil	Malicorne	Moulin de Beaufrancon	681165	6579914	23/04/2014
16	Bandais	Vieure	Gué de Marmenaille	689590	6600351	30/04/2014
17	Aumance	Meaulne	pont des Seignes	671655	6607668	30/04/2014
18	Tartasse	Marcillat en Combraille	La Pouge	672822	6564623	23/04/2014
19	Bouble	Echassières	Villannes	694 204	6568367	15/04/2014
20	Magieure	Vaux	Chantemerle	667473	6590911	30/04/2014
21	Graveron	Sorbier	La Crotte	748887	6585038	29/04/2014
22	Arnon	Viplaix	Pont D246	650090	6596292	30/04/2014

Tableau 2 : Stations du RST 03

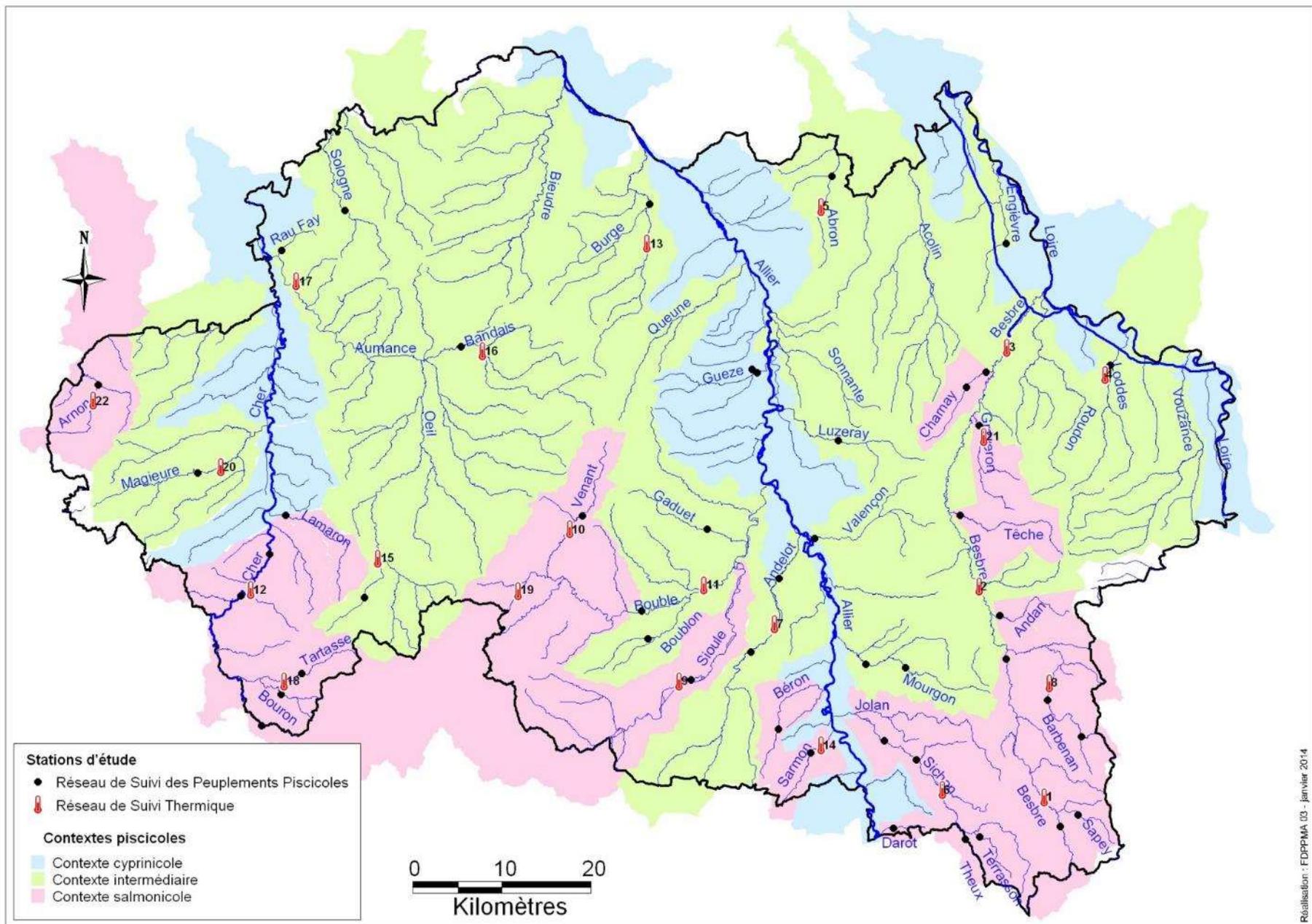


Figure 2 : Localisation des stations du RST 03

## 3 Résultats 2015

---

### 3.1 Bassins versants Besbre & Loire

De l'amont vers l'aval :

St 1 : Besbre à St Clément

St 8 : Barbenan à Arfeuilles

St 2 : Besbre à St Prix

St 21 : Graveron à Sorbier

St 3 : Besbre à Dompierre-sur-Besbre

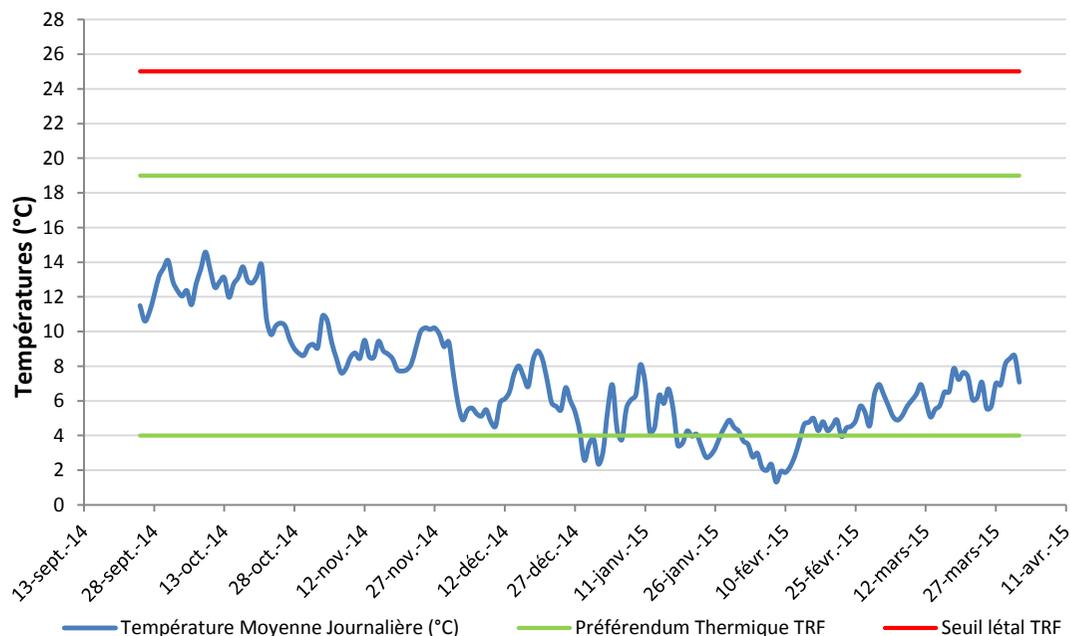
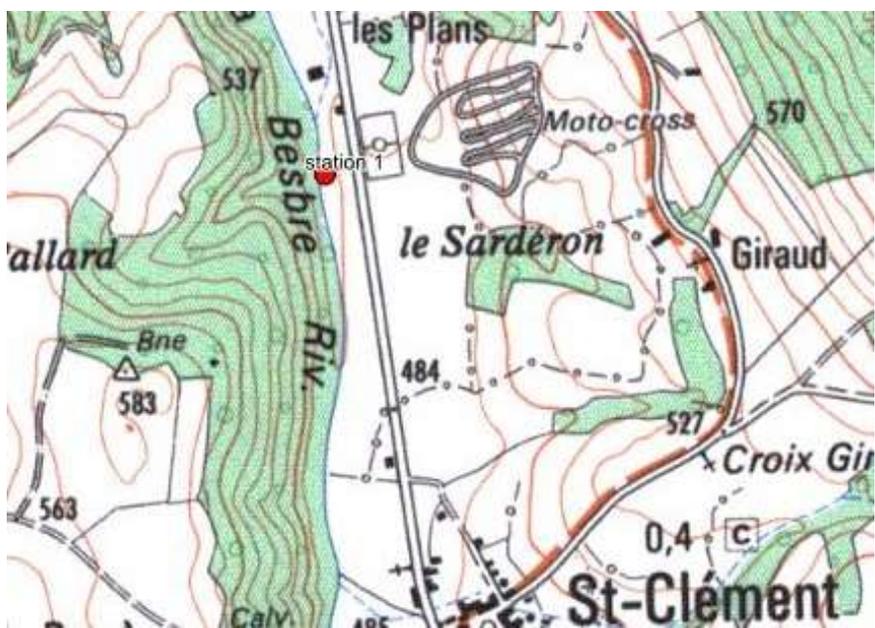
St 4 : Rau de Loddes à Pierrefitte-sur-Loire

St 5 : Abron à St Ennemond



Figure 3 : Le Barbenan à l'amont d'Arfeuilles

## St 1 : Besbre à St Clément



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0.01
	Ti max	19.95
	AT i	19.94
	Ajmax Ti	6.4
	D Ajmax Ti	22/09/2014
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	1.32
	Tmj max	19.23
	AT mj	17.91
	D Tmj max	19/09/2014
	T°C sur la période	
	Tmp	7.44
	Tm30j max	n.c.
	Dd Tm30j max	n.c.
Df Tm30j max	n.c.	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	165
	%j Tmj 4-19	84.6
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	14.4
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	22/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	n.c.
	Nb Ti >19	n.c.
	Nb sq Ti >19	n.c.
	Nbmax Ti csf >19	n.c.
	Seuil légal	
Nb Ti >=25	n.c.	
Nb sq Ti >=25	n.c.	
Nbmax Ti csf >=25	n.c.	

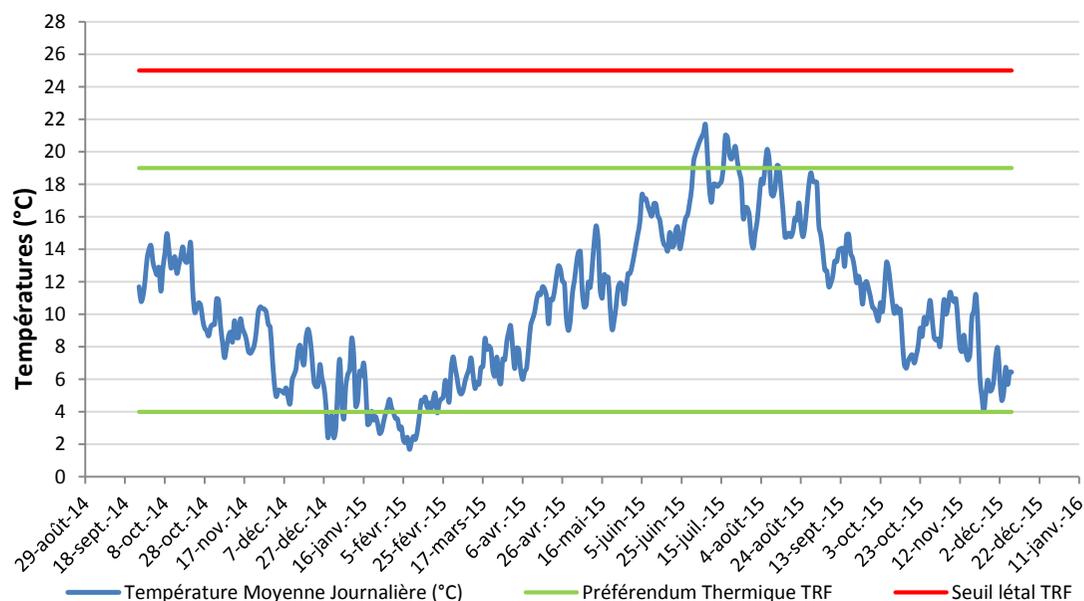
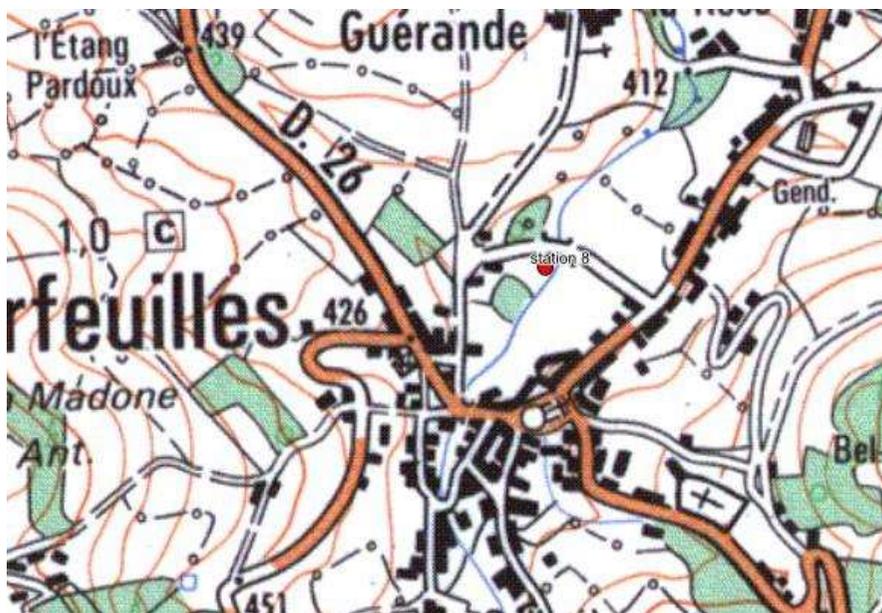
Suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données ne sont disponibles que jusqu'au 1<sup>er</sup> avril 2015. La période analysée s'étale donc du 25 septembre 2014 au 1<sup>er</sup> avril 2015, soit 189 jours. Seules les données de la période hivernale sont donc disponibles.

Les températures moyennes journalières varient de 1,3 à 19,2°C. Elles sont donc comprises à 84.6% dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). La température moyenne des 30 jours les plus chauds concerne la période estivale. Elle n'a donc pas pu être calculée pour 2015 compte tenu de l'absence de données de la période estivale. La valeur de 16,3°C observée lors de la précédente campagne de suivi (avril à septembre 2014) est donc conservée comme référence.

L'analyse de la période hivernale révèle la présence de températures inférieures à 4°C de fin décembre à fin février, période clé pour la reproduction des truites. Les basses températures (14,4% des températures de la période), peuvent avoir pour conséquence d'augmenter la période d'incubation et les risques de mortalité sur la phase embryo-larvaire. La température seuil de 1,5°C est atteinte ponctuellement en février mais cette séquence n'est pas suffisamment longue pour impacter significativement le stade œuf.

**Sur la période hivernale 2015, les températures de la Besbre à St Clément restent favorables au maintien et au développement de la truite fario. Néanmoins, en absence de données sur la période estivale 2015, il n'est pas possible de conclure sur les conditions de survie estivale de la truite sur la Besbre à St Clément.**

## St 8 : Barbenan à Arfeuilles



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0.78
	Ti max	23.48
	AT i	22.7
	Ajmax Ti	5.7
	D Ajmax Ti	09/04/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	1.7
	Tmj max	21.66
	AT mj	19.96
	D Tmj max	07/07/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	10.44
	Tm30j max	19.97
	Dd Tm30j max	29/06/2015
Df Tm30j max	28/07/2015	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	389
	%j Tmj 4-19	88.44
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	6.8
	Dd Tmj <4	28/12/2015
	Df Tmj <4	22/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	4.8
	Nb Ti >19	461
	Nb sq Ti >19	23
	Nbmax Ti csf >19	120
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	0
	Nb sq Ti >=25	0
Nbmax Ti csf >=25	0	

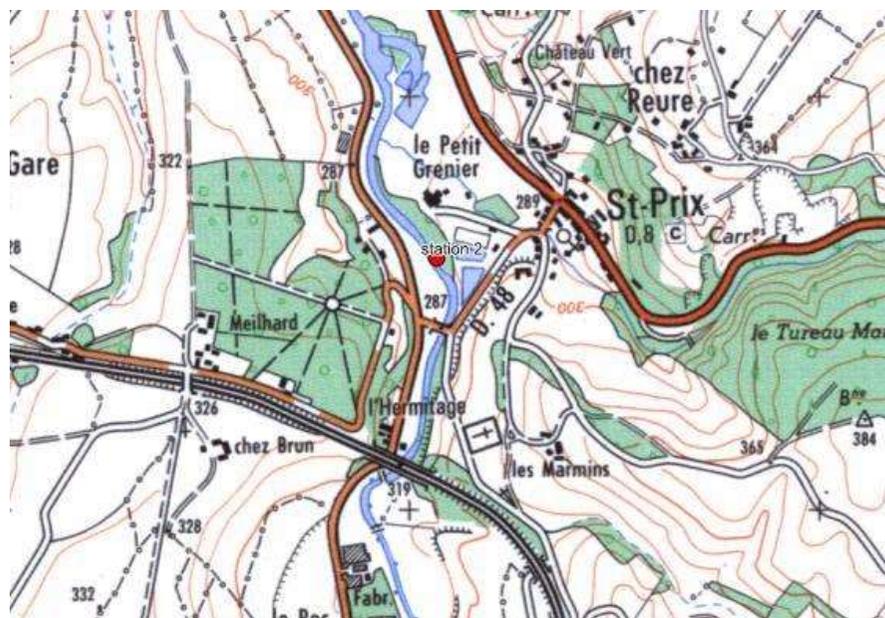
La suivi thermique a été réalisé du 25 septembre 2014 au 8 décembre 2015, soit 440 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique.

Les températures moyennes journalières varient de 1,7 à 21,6°C mais 88,44% des températures de la période restent comprises dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C), tout comme la température moyenne (10,44°C). Les 30 jours les plus chauds, en juillet 2015, ont une température moyenne de 19,97°C et sortent donc de la plage thermique la plus favorable à la truite. Ainsi, 4,8% des températures instantanées sont supérieures à 19°C, soit 461h réparties en 23 séquences allant jusqu'à 120h consécutives. Cependant, le seuil léthal des 25°C n'est pas atteint (température maximale relevée de 23,48°C).

En période hivernale, près de 7% des températures descendent sous les 4°C. La période concernée, janvier – février, est importante pour le bon déroulement de la phase embryo-larvaire qui conditionne la réussite de la reproduction des truites pour l'année. Les températures froides de la fin de l'hiver 2014-2015 ont donc pu augmenter la période d'incubation et les risques de mortalité sur la phase embryo-larvaire, même si la valeur de 1,5°C en deca de laquelle la survie embryo-larvaire peut être affectée n'a pas été atteinte.

**Sur 2015, les températures du Barbenan à Arfeuilles restent favorables au maintien et au développement de la truite fario, malgré un réchauffement estival dû à un étiage particulièrement marqué et des épisodes caniculaires.**

## St 2 : Besbre à St Prix



Variables thermiques générales	
<b>T°C instantanées</b>	
Ti min	1.87
Ti max	24.84
AT i	22.97
Ajmax Ti	4.47
D Ajmax Ti	09/04/2015
<b>T°C moyennes journalières</b>	
Tmj min	2.35
Tmj max	23.47
AT mj	21.12
D Tmj max	07/07/2015
<b>T°C sur la période</b>	
Tmp	11.92
Tm30j max	21.06
Dd Tm30j max	29/06/2015
Df Tm30j max	28/07/2015

Plage de confort	
Nbj Tmj 4-19	278
%j Tmj 4-19	80.8
<b>T°C &lt; à la plage de confort</b>	
%j Tmj <4	5.5
Dd Tmj <4	29/12/2014
Df Tmj <4	13/02/2015
<b>T°C &gt; à la plage de confort</b>	
%j Tmj >19	13.7
Nb Ti >19	1137
Nb sq Ti >19	31
Nbmax Ti csf >19	253
<b>Seuil légal</b>	
Nb Ti >=25	0
Nb sq Ti >=25	0
Nbmax Ti csf >=25	0

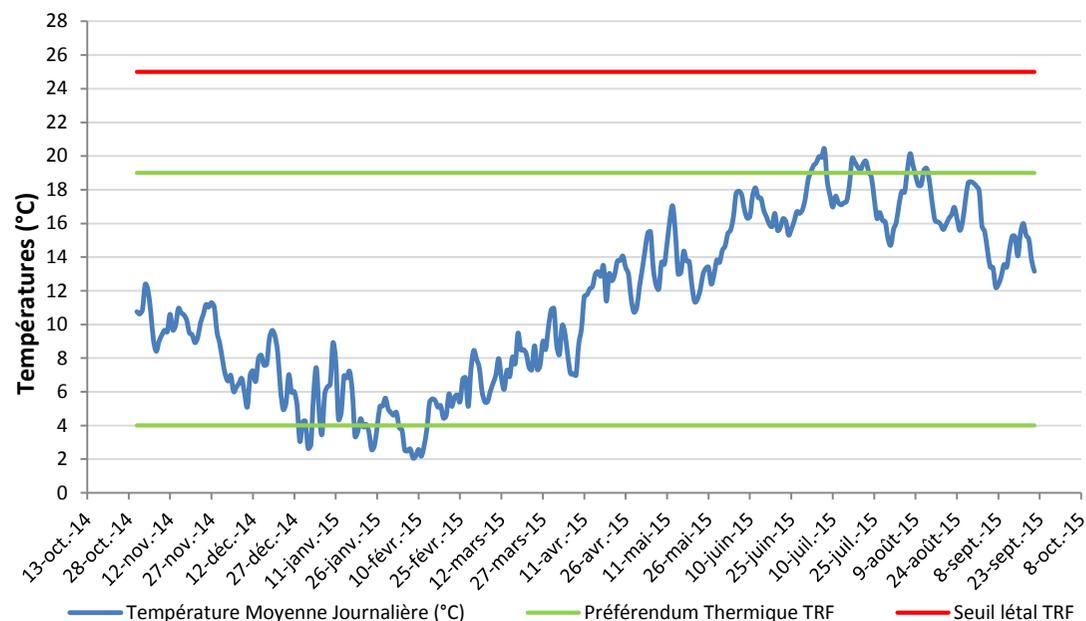
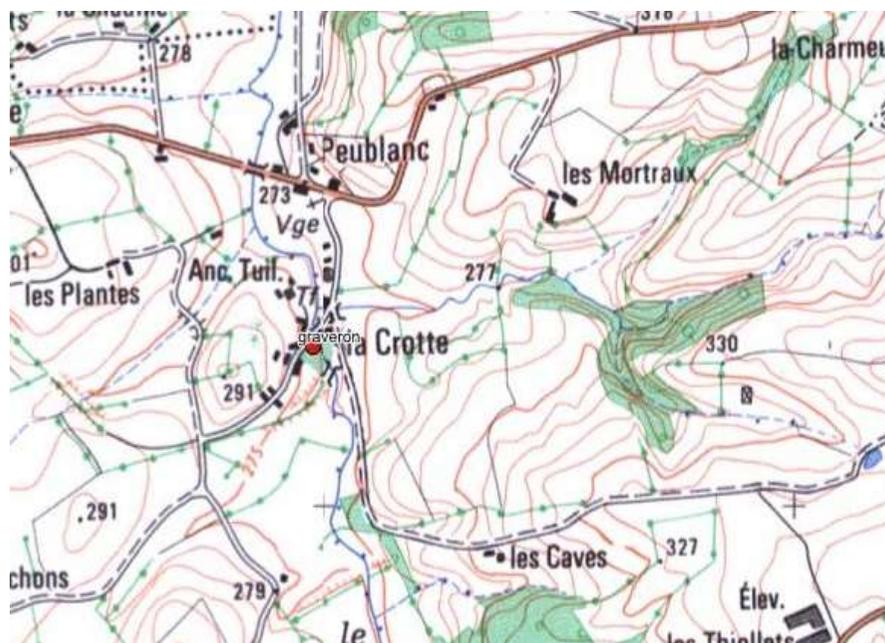
La suivi thermique a été réalisé du 7 octobre 2014 au 15 septembre 2015, soit 343 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique.

Les températures moyennes journalières varient de 2,35 à 23,47°C. Elles sortent donc de la plage de préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). La température moyenne des 30 jours les plus chauds (en juillet) atteint les 21°C et dépasse donc la limite des 19°C de 2°C. 13,7% des températures moyennes journalières sont concernées, soit plus de 1130h réparties en 31 séquences pouvant aller jusqu'à 253 h consécutives. Le réchauffement de l'eau est donc conséquent, et se rapproche dangereusement du seuil légal des 25°C (température instantanée maximale de 24,84°C).

En période hivernale, les températures peuvent être jugées favorables au bon déroulement de la phase embryon-larvaire, avec seulement 5,5% des températures inférieures à 4°C et sur une période assez courte (29/12 au 13/02).

Sur la période du suivi, les températures estivales de la Besbre à St Prix montrent un réchauffement marqué qui peut impacter les populations de truites fario, notamment via des paramètres annexes (diminution de la concentration en oxygène par exemple). Les fortes températures de la Besbre durant l'été 2015 ont donc pu entraîner des mortalités sur les truites fario et notamment sur les alevins 0+ qui représentent le stade le plus fragile.

## St 21 : Graveron à Sorbier



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0.67
	Ti max	21.47
	AT i	20.8
	Ajmax Ti	9.53
	D Ajmax Ti	13/04/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	2.06
	Tmj max	20.4
	AT mj	18.34
	D Tmj max	07/07/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	11.34
	Tm30j max	18.37
Dd Tm30j max	28/06/2015	
Df Tm30j max	27/07/2015	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	286
	%j Tmj 4-19	87.7
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	6.7
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	13/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	5.5
	Nb Ti >19	398
	Nb sq Ti >19	26
	Nbmax Ti csf >19	90
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	0
Nb sq Ti >=25	0	
Nbmax Ti csf >=25	0	

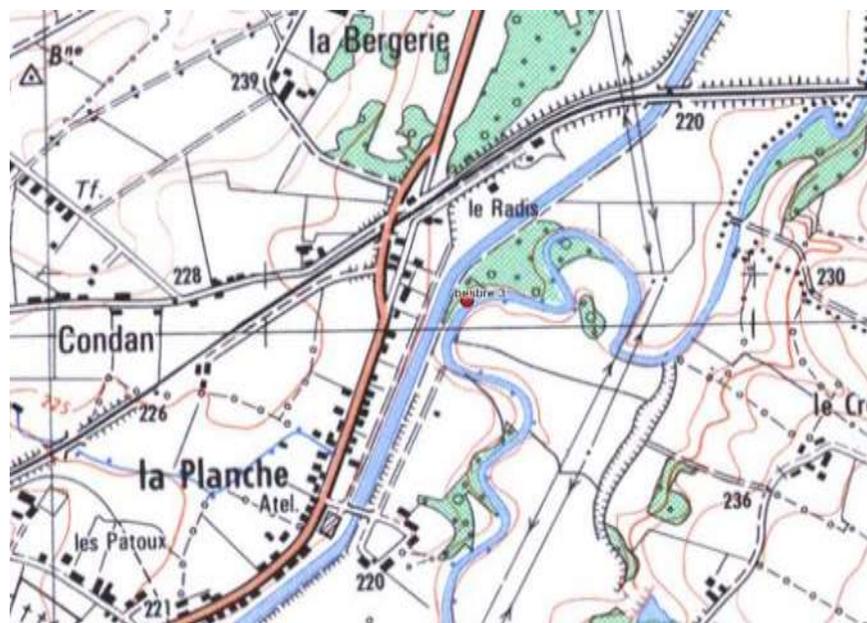
La suivi thermique a été réalisé du 31 octobre 2014 au 21 septembre 2015, soit 326 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique.

Les températures moyennes journalières varient de 2,06 à 20,4°C. Elles sortent donc légèrement de la plage de préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) : -1,94 et +1,4°C. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (en juillet) reste relativement fraîche (18,37°C) et ne dépasse pas la limite des 19°C. Ainsi, seulement 5,5% des températures moyennes journalières sont supérieures au préférendum thermique de la truite. La température instantanée maximale étant de 21,47°C, le seuil léthal des 25°C n'est pas atteint.

En période hivernale, 6,7% des températures moyennes journalières sont inférieures au seuil des 4°C sans toutefois jamais descendre en dessous de la valeur seuil de 1,5°C.

Sur la période du suivi, les températures du Graveron à Sorbier montrent quelques signes de réchauffement en période estivale certainement liés aux épisodes caniculaires de l'été 2015. Cependant, la thermie du Graveron apparait moins impactée par l'étiage sévère de cet été que la majorité des cours d'eau du bassin versant. Les températures restent majoritairement comprises dans le préférendum de la truite fario (87,7%). Le régime thermique de ce cours d'eau de 1<sup>ère</sup> catégorie ne semble donc pas être le facteur limitant le développement de la truite fario.

### St 3 : Besbre à Dompierre-sur-Besbre

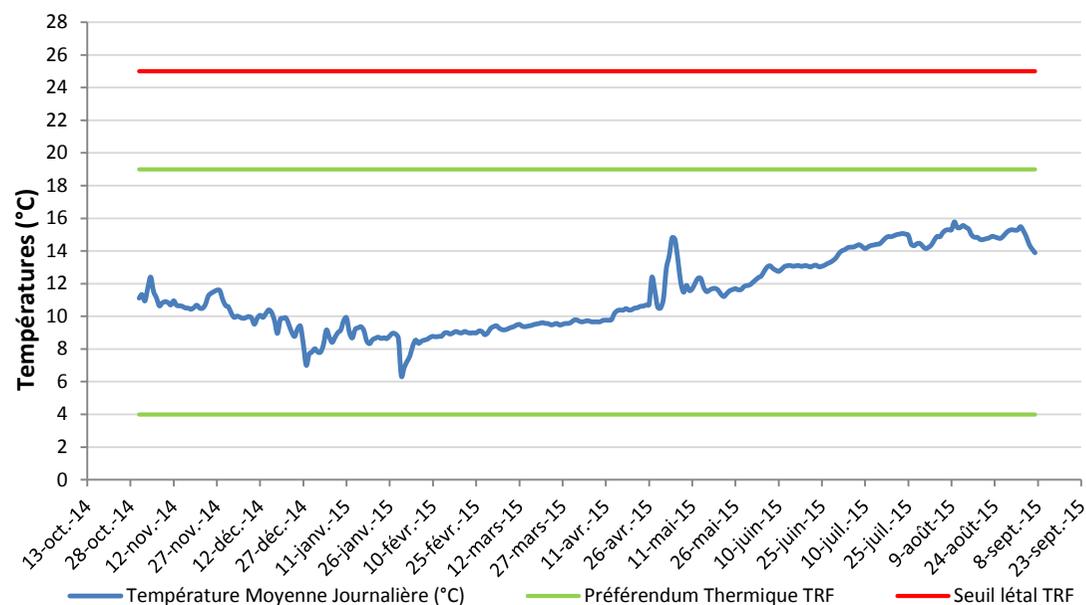
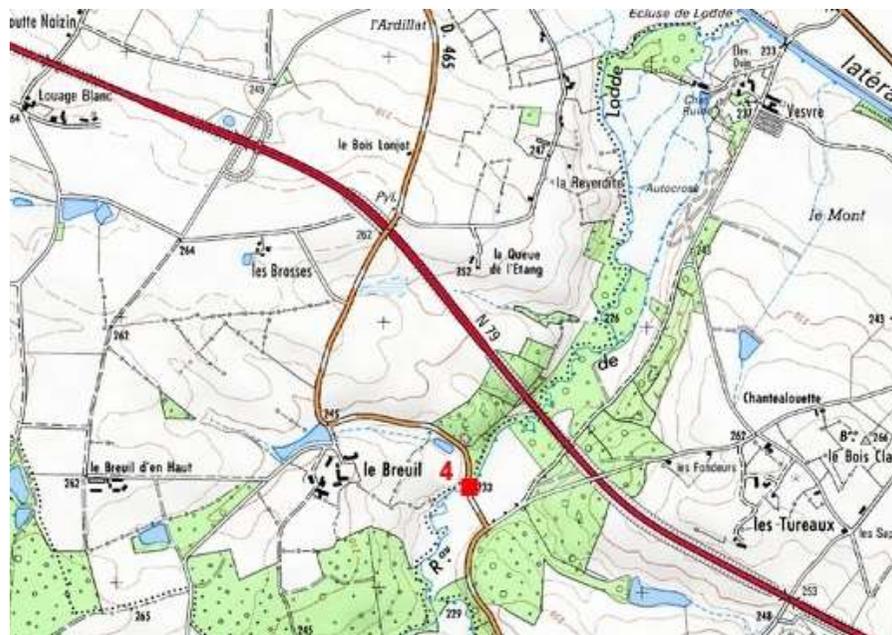


<b>Variables thermiques générales</b>	<b>T°C instantanées</b>	
	Ti min	
	Ti max	
	AT i	
	Ajmax Ti	
	D Ajmax Ti	
	<b>T°C moyennes journalières</b>	
	Tmj min	
	Tmj max	
	AT mj	
	D Tmj max	
	<b>T°C sur la période</b>	
	Tmp	
	Tm30j max	
	Dd Tm30j max	
Df Tm30j max		

<b>Préférendum thermique TRF</b>	<b>Plage de confort</b>	
	Nbj Tmj 4-19	
	%j Tmj 4-19	
	<b>T°C &lt; à la plage de confort</b>	
	%j Tmj <4	
	Dd Tmj <4	
	Df Tmj <4	
	<b>T°C &gt; à la plage de confort</b>	
	%j Tmj >19	
	Nb Ti >19	
	Nb sq Ti >19	
	Nbmax Ti csf >19	
	<b>Seuil légal</b>	
	Nb Ti >=25	
	Nb sq Ti >=25	
Nbmax Ti csf >=25		

La sonde n'a pas été retrouvée lors de la campagne de levé en avril 2015. La berge a subi une forte érosion, entraînant la disparition de l'arbre support de la sonde. Les données pour la période ne sont donc pas disponibles. Une sonde de remplacement sera installée à un nouvel emplacement lors de la prochaine campagne au printemps 2016.

## St 4 : Rau de Loddès à Pierrefitte-sur-Loire

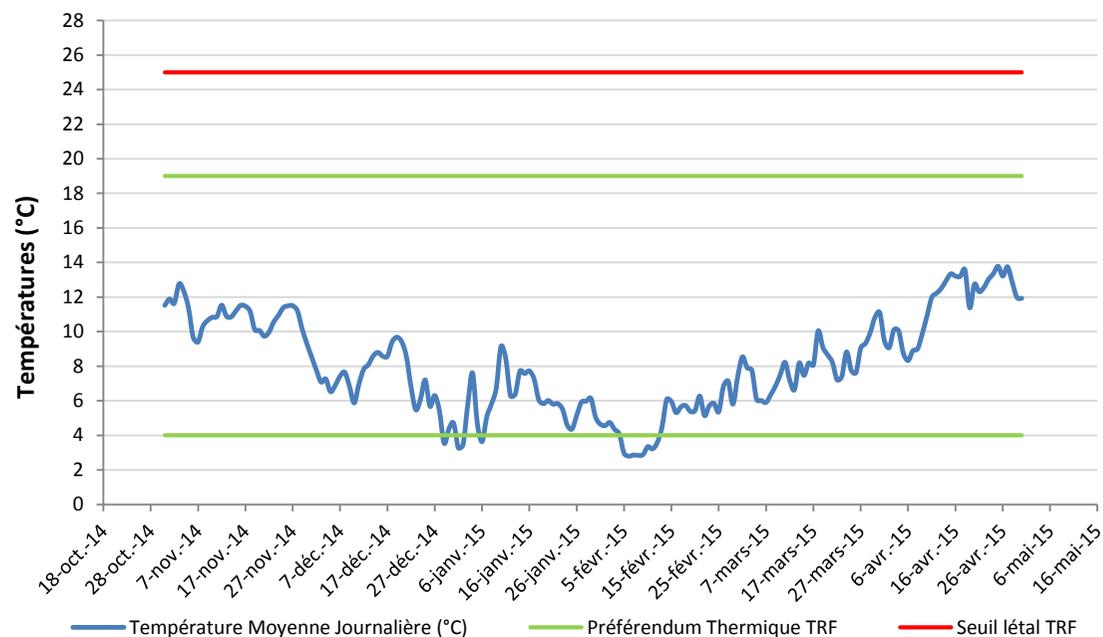
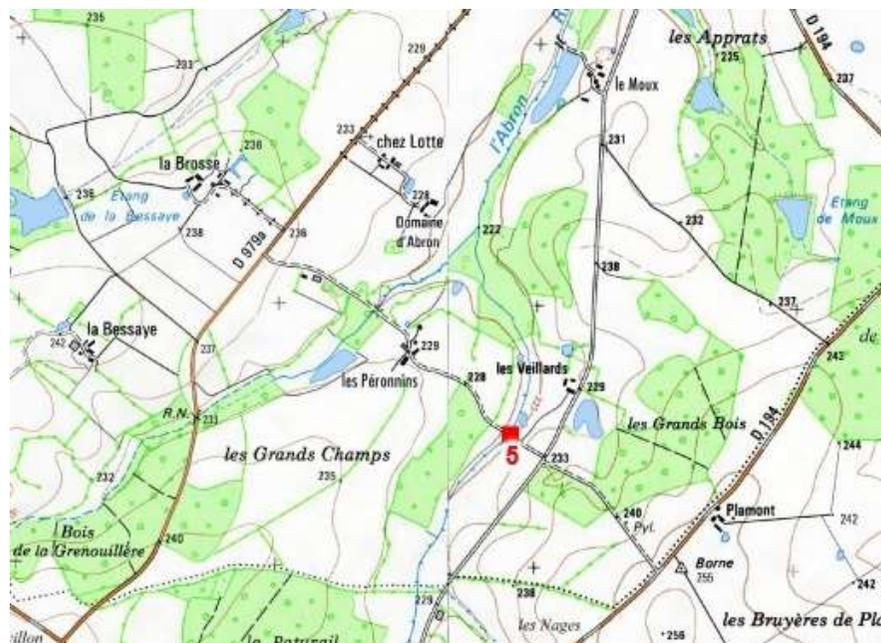


Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	
	Ti max	
	AT i	
	Ajmax Ti	
	D Ajmax Ti	
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	
	Tmj max	
	AT mj	
	D Tmj max	
	T°C sur la période	
	Tmp	
	Tm30j max	
	Dd Tm30j max	
Df Tm30j max		

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	
	%j Tmj 4-19	
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	
	Dd Tmj <4	
	Df Tmj <4	
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	
	Nb Ti >19	
	Nb sq Ti >19	
	Nbmax Ti csf >19	
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	
	Nb sq Ti >=25	
Nbmax Ti csf >=25		

La suivi thermique a été réalisé du 31 octobre 2014 au 7 septembre 2015, soit 312 jours. Cependant, les résultats apparaissent aberrants et ne peuvent donc pas être exploités. L'aspect de la courbe de température obtenue, très lissée, laisse penser à un engorgement de la sonde qui pourrait avoir un effet tampon sur les variations de températures. Un dysfonctionnement n'est toutefois pas à écarter.

## St 5 : Abron à St Ennemond



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1.66
	Ti max	16.81
	AT i	15.15
	Ajmax Ti	7.77
	D Ajmax Ti	09/04/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	2.8
	Tmj max	13.78
	AT mj	10.98
	D Tmj max	25/04/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	8.12
	Tm30j max	n.c.
Dd Tm30j max	n.c.	
Df Tm30j max	n.c.	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	170
	%j Tmj 4-19	93.4
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	6.6
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	12/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	n.c.
	Nb Ti >19	n.c.
	Nb sq Ti >19	n.c.
	Nbmax Ti csf >19	n.c.
	Seuil légal	
Nb Ti >=25	n.c.	
Nb sq Ti >=25	n.c.	
Nbmax Ti csf >=25	n.c.	

La suivi thermique a été réalisé du 31 octobre 2014 au 30 août 2015, soit 304 jours. Cependant, des valeurs aberrantes, probablement dues à un engorgement de la sonde, sont visibles à partir de mai 2015. Seules les données hivernales sont donc exploitables.

Les températures moyennes journalières varient de 2,8 à 13,78°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc dépassée de -1,2°C en période hivernale. En effet, de janvier à mi-février, 6,6% des températures moyennes journalières passent en dessous du seuil des 4°C et la température instantanée minimale est de 1,66°C.

Sur la période de suivi, les températures l'Abron restent majoritairement dans le préférendum thermique de la truite fario (93,4%), et les températures hivernales ne semblent pas assez froides pour impacter la phase embryon-larvaire. Toutefois, l'absence de données estivales ne permet pas de conclure sur la survie des truites en été.

## 3.2 Bassins versants Sioule & Allier

De l'amont vers l'aval :

St 6 : Sichon à Arronnes

St 14 : Sarmon à Brugheas

St 7 : Andelot à Brout-Vernet

St 9 : Sioule à St Germain de Salles

St 10 : Venant à Voussac

St 19 : Bouble à Echassières

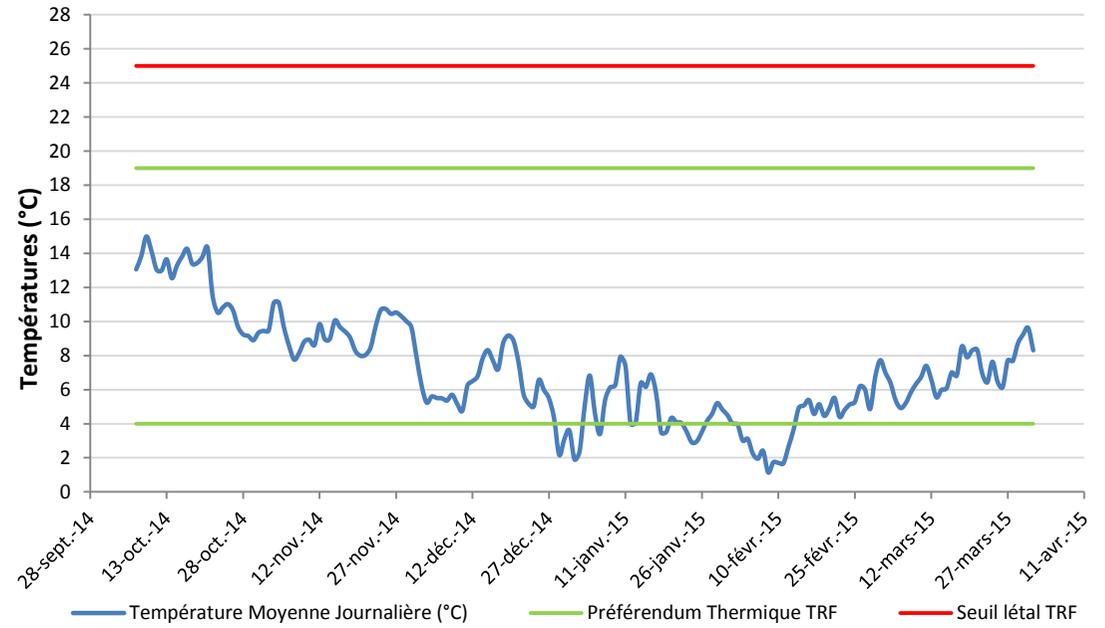
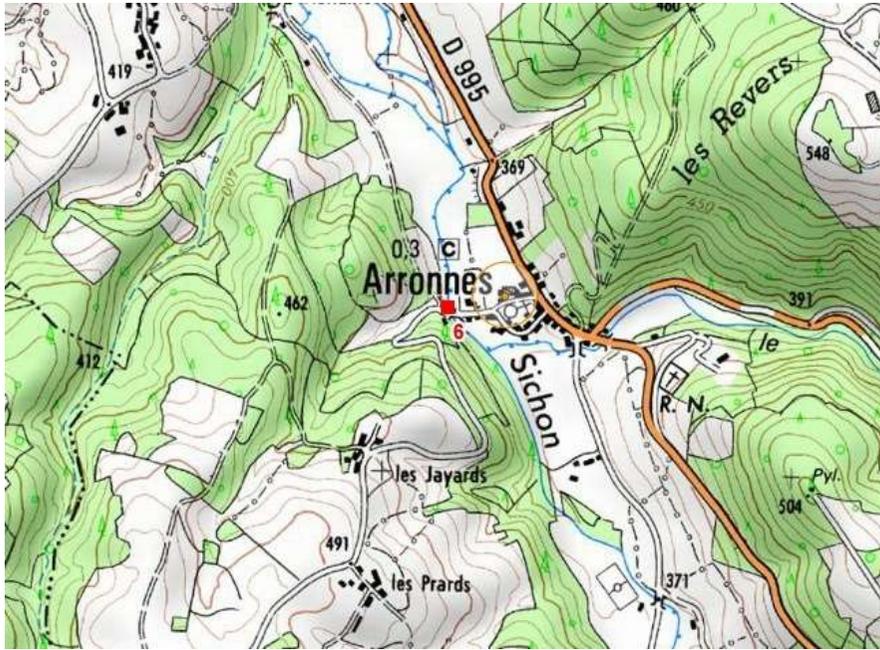
St 11 : Bouble à Chantelle

St 13 : Burge à Aubigny



Figure 4 : La Bouble à Chantelle

## St 6 : Sichon à Arronnes



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0.12
	Ti max	15.19
	AT i	15.07
	Ajmax Ti	3.76
	D Ajmax Ti	23/03/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	1.14
	Tmj max	14.99
	AT mj	13.85
	D Tmj max	09/10/2014
	T°C sur la période	
	Tmp	7.11
	Tm30j max	n.c.
Dd Tm30j max	n.c.	
Df Tm30j max	n.c.	

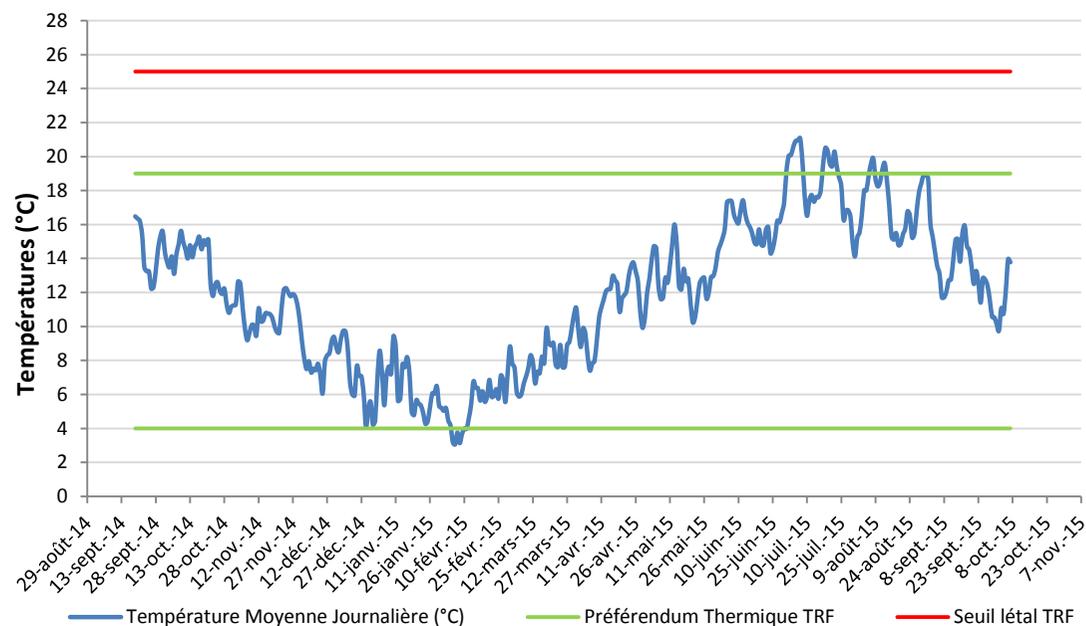
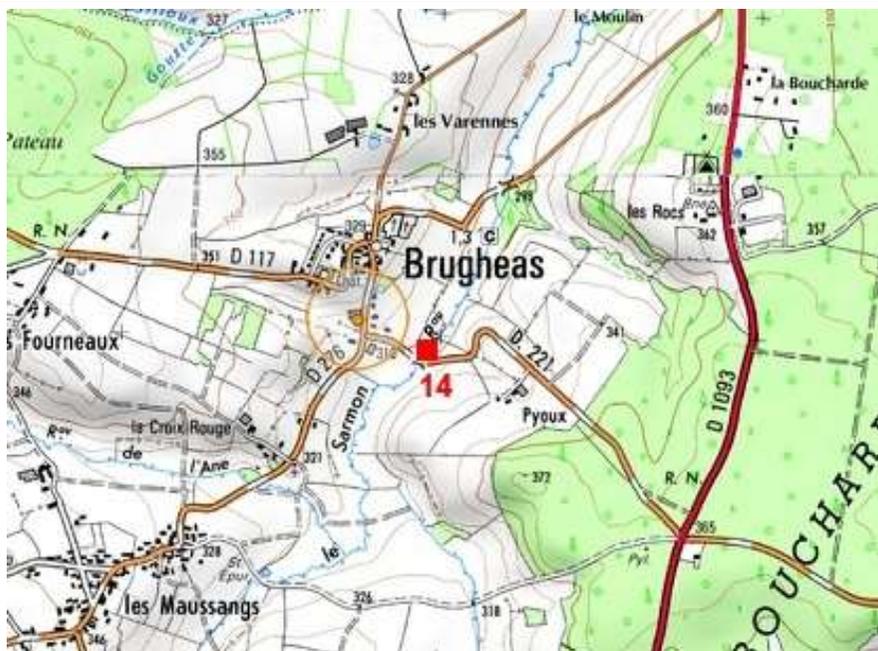
Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	153
	%j Tmj 4-19	86.4
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	13.6
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	13/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	n.c.
	Nb Ti >19	n.c.
	Nb sq Ti >19	n.c.
	Nbmax Ti csf >19	n.c.
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	n.c.
Nb sq Ti >=25	n.c.	
Nbmax Ti csf >=25	n.c.	

Suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données ne sont disponibles que jusqu'au 1<sup>er</sup> avril 2015. Le suivi est donc réalisé sur une durée de 177 jours, soit depuis le 7 octobre 2014. Les données sont donc disponibles uniquement pour la période hivernale. Les résultats en lien avec les périodes les plus chaudes de l'été 2015 (Tm30j max) ne sont donc pas exploitables.

Les températures moyennes journalières s'échelonnent de 1,14 à 15°C. Elles sont donc majoritairement comprises dans le préférendum thermique de la truite fario (4-19°C). Durant la période la plus froide, de janvier à mi-février, 13,6% des températures moyennes journalières sont inférieures à 4°C. La température seuil de 1,5°C est atteinte ponctuellement en février mais cette séquence n'est pas suffisamment longue pour impacter significativement la phase embryo-larvaire.

**Durant l'hiver 2014-2015, les températures hivernales du Sichon à Arronnes restent majoritairement dans la plage de confort de la truite fario. En absence de données sur la période estivale 2015, il n'est pas possible de conclure sur les conditions de survie estivale de la truite.**

## St 14 : Sarmon à Brugheas



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	2.09
	Ti max	22.05
	AT i	19.96
	Ajmax Ti	5.44
	D Ajmax Ti	09/04/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	3.06
	Tmj max	21.08
	AT mj	18.02
	D Tmj max	07/07/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	11.84
	Tm30j max	18.75
	Dd Tm30j max	29/06/2015
Df Tm30j max	28/07/2015	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	358
	%j Tmj 4-19	93.2
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	1.6
	Dd Tmj <4	05/02/2015
	Df Tmj <4	11/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	4.9
	Nb Ti >19	435
	Nb sq Ti >19	11
	Nbmax Ti csf >19	165
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	0
	Nb sq Ti >=25	0
Nbmax Ti csf >=25	0	

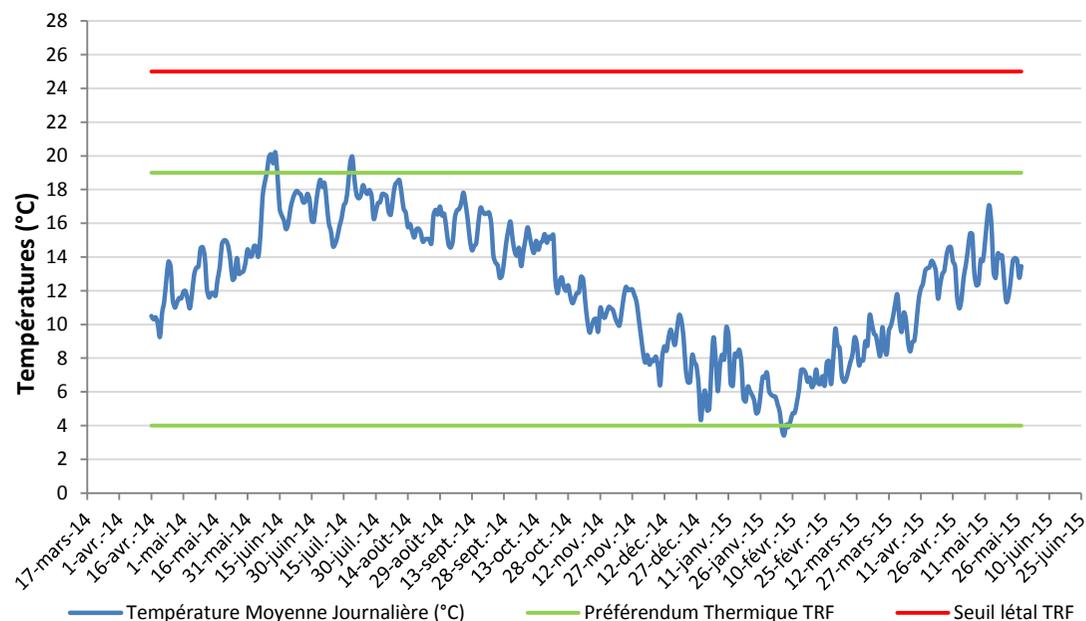
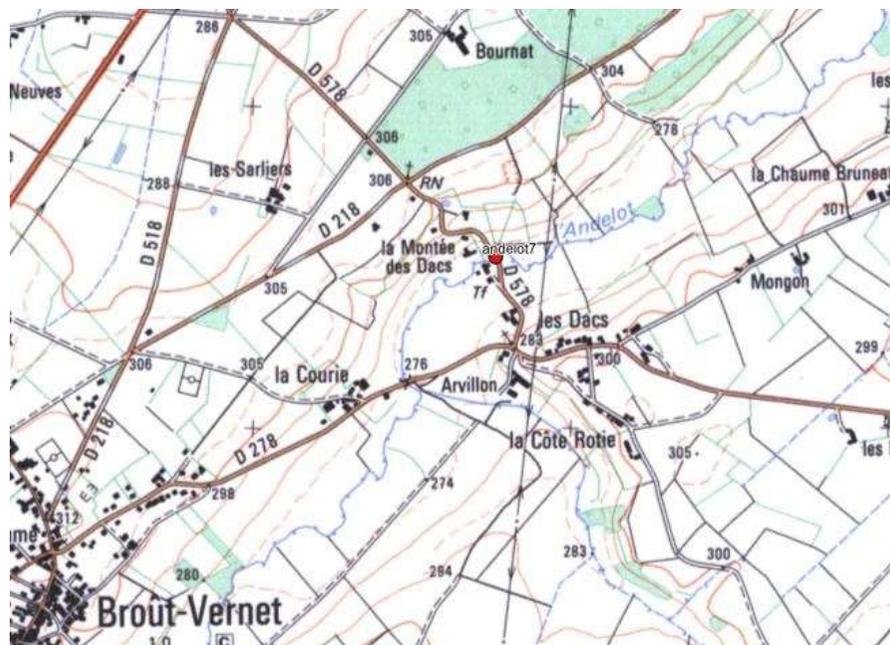
La suivi thermique a été réalisé du 19 septembre 2014 au 7 octobre 2015, soit 384 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique.

Les températures moyennes journalières varient de 3,8 à 21°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc dépassée de 2°C en période estivale. Toutefois, la température moyenne des 30 jours les plus chauds (en juillet) n'excède pas les 18,75°C. Durant cette période, 435h réparties en 11 séquences ont une température supérieure au seuil des 19°C. Cependant, la limite létale des 25°C n'est pas atteinte (température maximale enregistrée de 22°C).

La période la plus froide, en février, offre 1,6% des températures inférieures à 4°C. La période reste cependant trop courte (6 jours) pour influencer sur la phase embryo-larvaire.

**Sur la période suivie, les températures restent majoritairement dans la plage de confort de la truite fario (93,2%). Le régime thermique du Sarmon à Brugheas n'est donc pas le facteur limitant la présence de la truite fario.**

## St 7 : Andelot à Brout-Vernet



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	3.26
	Ti max	21.47
	AT i	18.21
	Ajmax Ti	4.02
	D Ajmax Ti	06/06/2014
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	3.41
	Tmj max	20.21
	AT mj	16.8
	D Tmj max	13/06/2014
	T°C sur la période	
	Tmp	12.26
	Tm30j max	17.74
Dd Tm30j max	07/06/2014	
Df Tm30j max	06/07/2014	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	399
	%j Tmj 4-19	97.8
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	0.7
	Dd Tmj <4	05/02/2015
	Df Tmj <4	08/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	1.5
	Nb Ti >19	193
	Nb sq Ti >19	15
	Nbmax Ti csf >19	40
	Seuil léthal	
Nb Ti >=25	0	
Nb sq Ti >=25	0	
Nbmax Ti csf >=25	0	

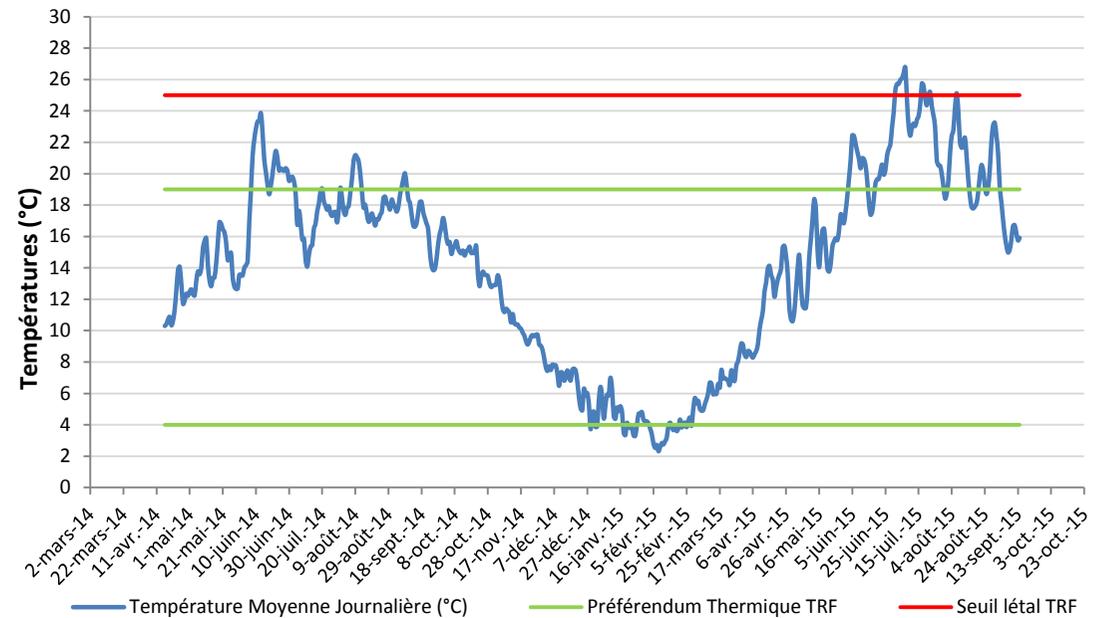
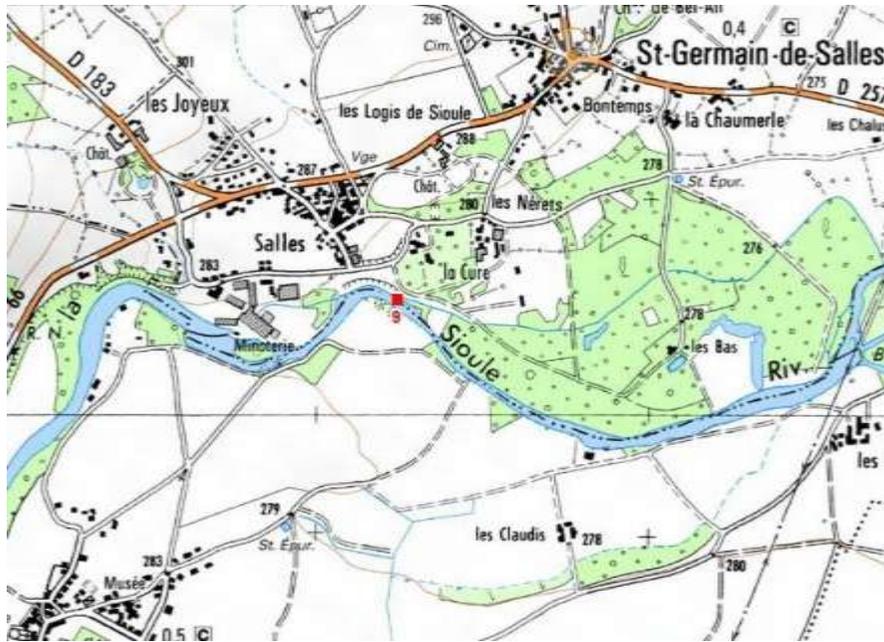
Suite à un problème technique, les données ne sont disponibles que jusqu'au 28 mai 2015, et lors du précédent rapport, les données n'avaient pu être relevées. La période analysée ici s'étale donc du 16 avril 2014 au 28 mai 2015, soit 408 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique mais n'incluent pas la période estivale 2015.

Les températures moyennes journalières varient de 3,4 à 20,2°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc dépassée de 1°C en période estivale. Toutefois, la température moyenne des 30 jours les plus chauds (en juin) n'excède pas les 17,74°C et correspond à l'été 2014 globalement plus chaud que l'été 2015. Durant cette période, 193h (1,5% des températures) ont une température supérieure au seuil des 19°C. Avec une température maximale enregistrée de 21,5°C, la limite létale des 25°C n'est cependant pas atteinte.

En période hivernale, seulement 3 jours en février montrent des températures inférieures à 4°C.

Sur la période suivie, qui n'intègre pas la période estivale 2015 particulièrement chaude, les températures restent majoritairement dans la plage du préférendum thermique de la truite fario (97,8%). Le régime thermique de l'Andelot à Brout-Vernet semble donc compatible avec le développement de la truite fario.

## St 9 : Sioule à St Germain de Salles



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1.98
	Ti max	28.95
	AT i	26.97
	Ajmax Ti	6.08
	D Ajmax Ti	30/06/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	2.32
	Tmj max	26.76
	AT mj	24.44
	D Tmj max	07/07/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	14.09
	Tm30j max	24.2
	Dd Tm30j max	26/06/2015
Df Tm30j max	25/07/2015	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	370
	%j Tmj 4-19	71.6
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	5.8
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	28/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	22.4
	Nb Ti >19	2639
	Nb sq Ti >19	86
	Nbmax Ti csf >19	765
Seuil léthal		
Nb Ti >=25	325	
Nb sq Ti >=25	32	
Nbmax Ti csf >=25	18	

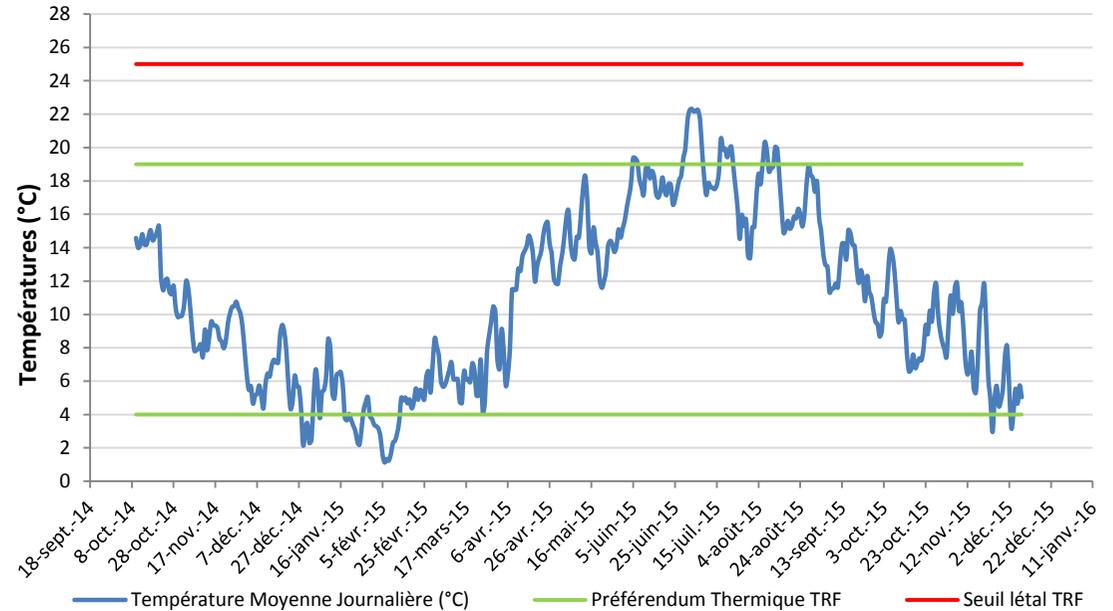
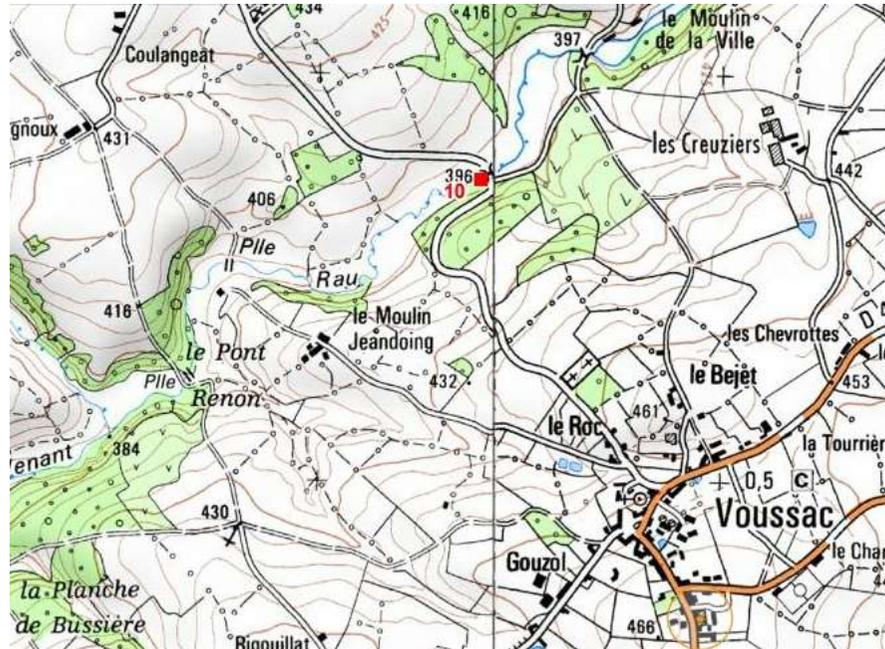
Le niveau d'eau trop important lors du passage du 29 octobre 2014 n'avait pas permis de récupérer les données. Les résultats présentés ici s'échelonnent sur 517 jours, du 16 avril 2014 au 14 septembre 2015. Deux périodes estivales et un hiver sont donc représentés.

Les températures moyennes journalières varient de 2,3 à 26,7°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc largement dépassée. En effet, les températures sont largement supérieures au seuil des 19°C lors des deux périodes estivales (22,4% des températures), et atteignent même le seuil léthal des 25°C lors de l'été 2015. Ainsi, 325h présentent des températures létales pour les truites fario, avec un maximum instantané mesuré à 29°C. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (en juillet 2015) est de 24,2°C, donc bien au-dessus du préférendum thermique.

Sur la période hivernale en revanche, seulement 6% des températures sont inférieures à 4°C et restent relativement proches de la plage de confort (température minimale instantanée à 2°C).

**Sur la période suivie, seulement 71% des températures sont comprises dans le préférendum thermique de la truite fario et la valeur létale de la truite fario a été fréquemment dépassée durant l'été 2015 (325h). Il apparait donc clairement que le régime thermique de la Sioule à St Germain de Salles n'est pas compatible avec la présence d'une population de truite fario.**

## St 10 : Venant à Voussac



Variables thermiques générales	
<b>T°C instantanées</b>	
Ti min	-0.55
Ti max	28.06
AT i	28.61
Ajmax Ti	23.71
D Ajmax Ti	07/04/2015
<b>T°C moyennes journalières</b>	
Tmj min	1.13
Tmj max	22.32
AT mj	21.19
D Tmj max	03/07/2015
<b>T°C sur la période</b>	
Tmp	10.87
Tm30j max	19.42
Dd Tm30j max	25/06/2015
Df Tm30j max	24/07/2015

Préférendum thermique TRF	
<b>Plage de confort</b>	
Nbj Tmj 4-19	370
%j Tmj 4-19	87.1
<b>T°C &lt; à la plage de confort</b>	
%j Tmj <4	7.3
Dd Tmj <4	29/12/2014
Df Tmj <4	13/02/2015
<b>T°C &gt; à la plage de confort</b>	
%j Tmj >19	5.6
Nb Ti >19	692
Nb sq Ti >19	62
Nbmax Ti csf >19	190
<b>Seuil léthal</b>	
Nb Ti >=25	9
Nb sq Ti >=25	7
Nbmax Ti csf >=25	2

Le suivi thermique a été réalisé du 10 octobre 2014 au 8 décembre 2015, soit 425 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique.

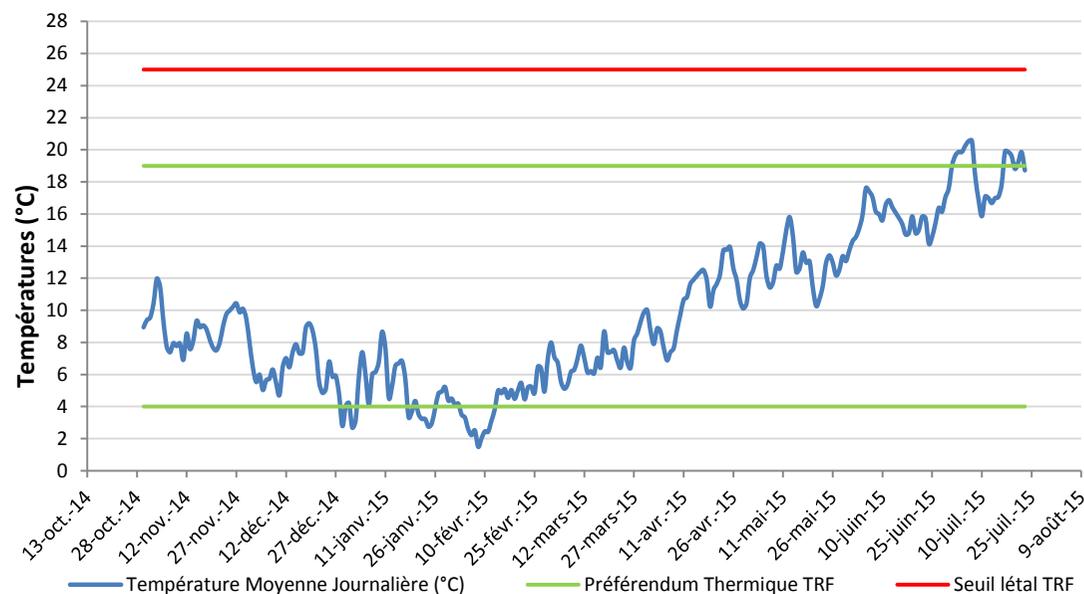
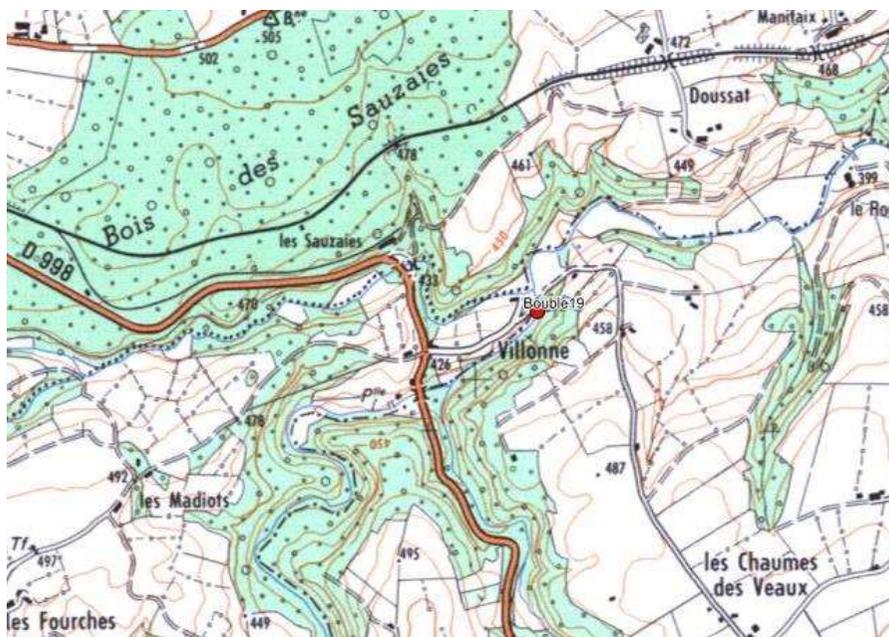
Les températures moyennes journalières varient de 1 à 22,3°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc dépassée en période estivale comme hivernale. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (en juillet) atteint les 19,4°C pour une température instantanée maximale de 28°C. Le seuil des 19°C est donc dépassé pour 5,6% des températures soit 692h, et 9 températures instantanées sont supérieures au seuil léthal des 25°C.

Durant la période hivernale, 7,3% des températures sont inférieures à 4°C. La température seuil de 1,5°C est atteinte ponctuellement en février mais cette séquence n'est pas suffisamment longue pour impacter significativement le stade embryo-larvaire.

Ainsi, seulement 87% des températures moyennes journalières sont comprises dans la plage de confort de la truite fario.

**Pour 2015, les températures estivales du Venant à Voussac dépassent fréquemment le seuil du préférendum thermique de la truite fario et atteignent même le seuil léthal de l'espèce. Le régime thermique 2015 du Venant apparait donc défavorable au maintien et au développement de la truite fario.**

## St 19 : Bouble à Echassières



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0.23
	Ti max	22.24
	AT i	22.01
	Ajmax Ti	5.91
	D Ajmax Ti	22/04/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	1.49
	Tmj max	20.57
	AT mj	19.08
	D Tmj max	07/07/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	9.71
	Tm30j max	18.03
	Dd Tm30j max	24/06/2015
Df Tm30j max	23/07/2015	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	233
	%j Tmj 4-19	87.3
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	8.2
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	13/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	4.1
	Nb Ti >19	259
	Nb sq Ti >19	17
	Nbmax Ti csf >19	44
	Seuil légal	
Nb Ti >=25	0	
Nb sq Ti >=25	0	
Nbmax Ti csf >=25	0	

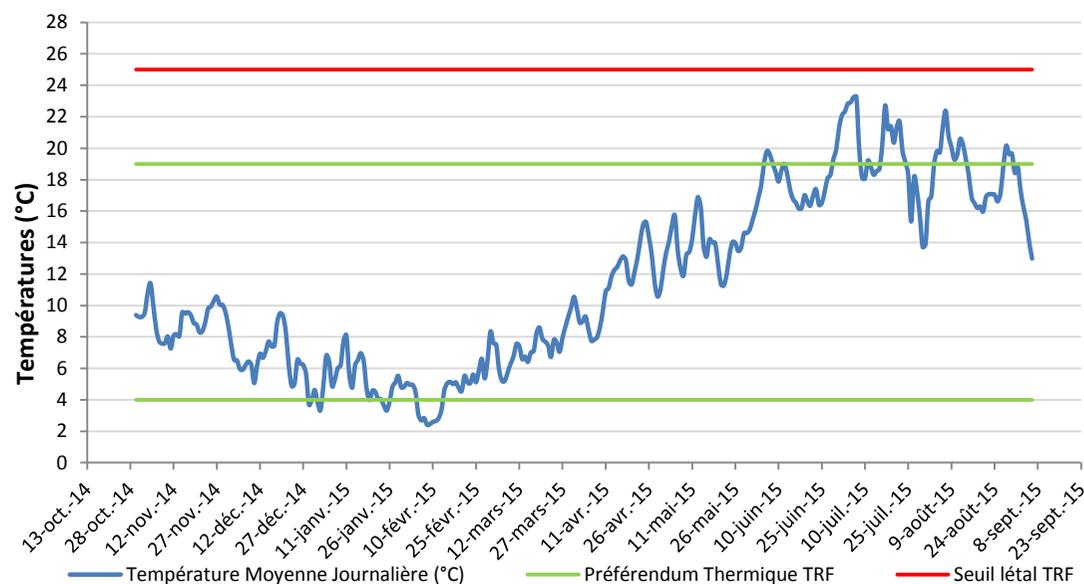
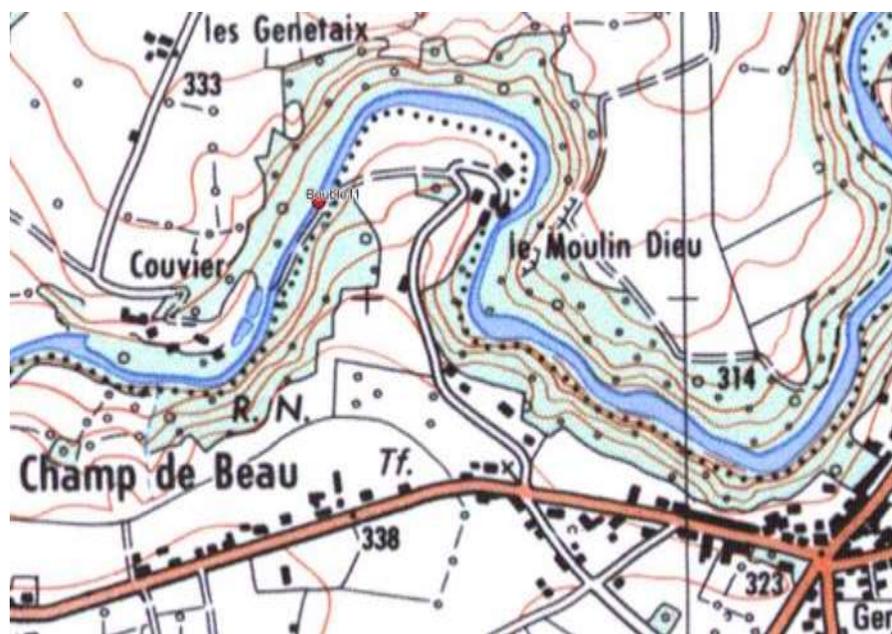
Suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données ne sont disponibles que jusqu'au 23 juillet 2015. La période étudiée comporte donc seulement 267 jours (depuis le 30 octobre 2014). Le cycle biologique n'est donc pas entièrement complet.

Les températures moyennes journalières varient de 1,5 à 20,6°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc dépassée en période estivale comme hivernale. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (en juillet) n'excède pas les 18°C et reste donc en dessous du seuil des 19°C. Cependant, dès la fin juin, on note des températures supérieures à 19°C (259h réparties en 17 séquences de 44h maximum). Le seuil légal n'est toutefois pas atteint mais il est probable que les températures aient continué leur hausse sur le mois d'août.

D'autre part, de fin décembre à mi-février, les températures passent en dessous de 4°C (8,2% de la période) pour une température minimale de 0,23°C. Toutefois, la température seuil de 1,5°C n'est atteinte que ponctuellement en février et cette séquence n'est pas suffisamment longue pour impacter significativement le stade embryo-larvaire.

**Pour 2015, les températures estivales de la Bouble à Echassières passent régulièrement au-dessus du préférendum thermique de la truite fario. Le régime thermique 2015 peut donc être un facteur limitant la truite fario sur ce secteur, notamment pour la survie des juvéniles.**

## St 11 : Bouble à Chantelle



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	2.09
	Ti max	28.36
	AT i	26.27
	Ajmax Ti	13.52
	D Ajmax Ti	16/07/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	2.41
	Tmj max	23.27
	AT mj	20.86
	D Tmj max	07/07/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	11.48
	Tm30j max	20.22
	Dd Tm30j max	26/06/2015
Df Tm30j max	25/07/2015	

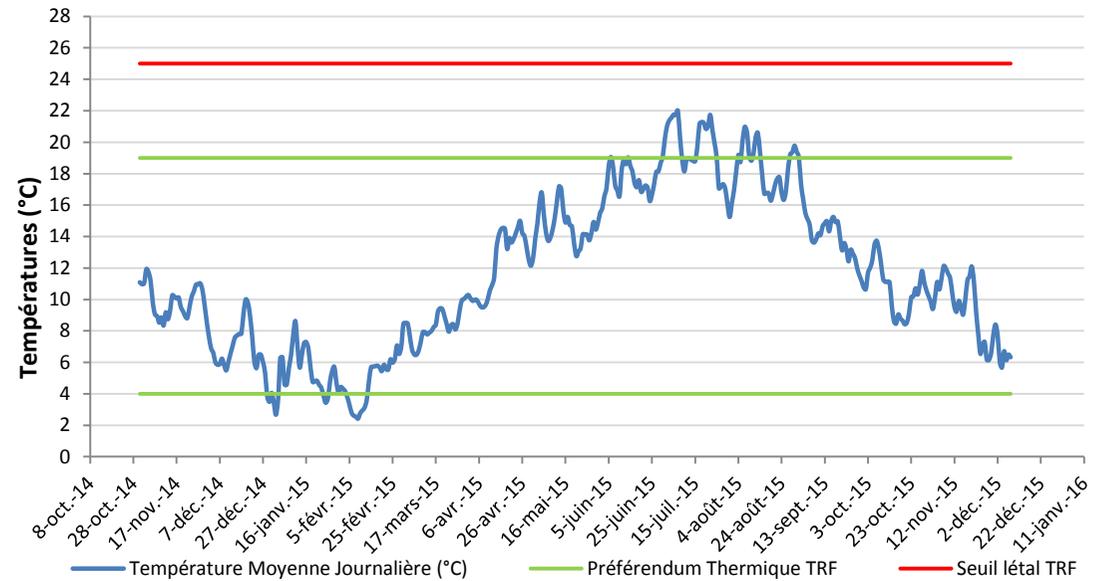
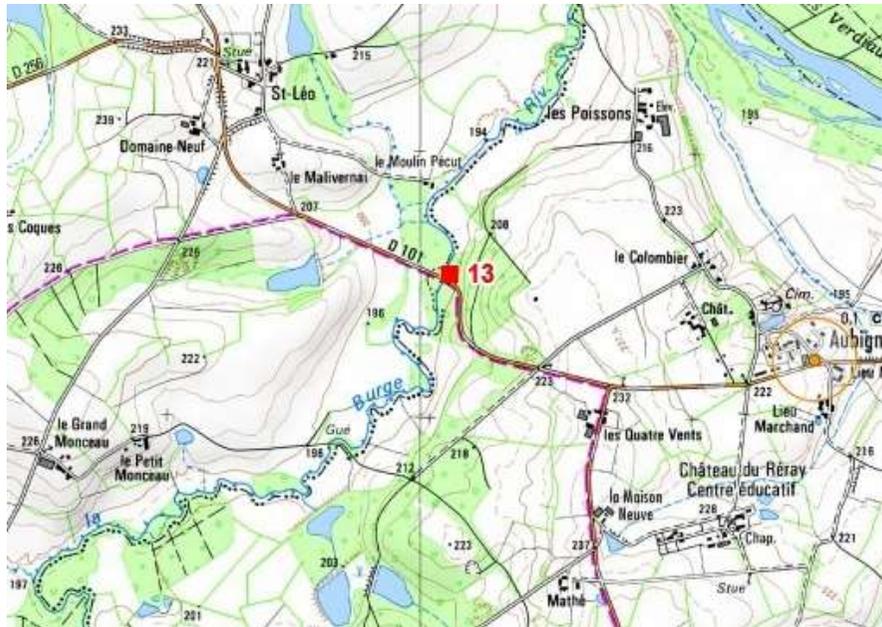
Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	256
	%j Tmj 4-19	82.1
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	5.4
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	13/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	12.5
	Nb Ti >19	927
	Nb sq Ti >19	52
	Nbmax Ti csf >19	188
	Seuil léthal	
Nb Ti >=25	34	
Nb sq Ti >=25	13	
Nbmax Ti csf >=25	8	

Le suivi thermique a été réalisé du 30 octobre 2014 au 6 septembre 2015, soit 312 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique.

Les températures moyennes journalières varient de 2,4 à 23,3°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc dépassée de 4,3°C en période estivale et 1,6°C en hiver. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (juillet) atteint les 20,22°C. La limite des 19°C est donc dépassée pour 12,5% des jours du suivi pour des séquences d'une durée maximale de 188h consécutives et d'une durée cumulée de 927h. De plus, la température instantanée maximale s'élève à 28,36°C. Le seuil léthal des 25°C est donc dépassé pour 13 séquences d'une durée maximale de 8h consécutives, soit 34h cumulées. La période la plus froide, de janvier à mi-février, présente également des températures en dehors de la plage du préférendum de la truite fario. Ainsi, 5,4% des températures moyennes journalières du suivi sont inférieures à 4°C pour une température instantanée minimale de 2,09°C. Ainsi, seulement 82% des températures moyennes journalières de la période suivie sont comprises dans le préférendum de la truite.

Sur 2015, les températures de la Bouble à Chantelle sortent fréquemment de la plage de confort de la truite fario. La forte tendance au réchauffement en période estivale, déjà mise en évidence lors du suivi 2014, peut notamment nuire à la survie des juvéniles. Le régime thermique de la Bouble à ce niveau de l'axe peut donc être défavorable au maintien et développement de la truite fario.

## St 13 : Burge à Aubigny



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	2.09
	Ti max	23
	AT i	20.91
	Ajmax Ti	4.57
	D Ajmax Ti	08/06/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	2.42
	Tmj max	22
	AT mj	19.58
	D Tmj max	07/07/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	11.61
	Tm30j max	19.98
Dd Tm30j max	26/06/2015	
Df Tm30j max	25/07/2015	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	352
	%j Tmj 4-19	87.1
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	4.5
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	13/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	8.4
	Nb Ti >19	868
	Nb sq Ti >19	33
	Nbmax Ti csf >19	209
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	0
Nb sq Ti >=25	0	
Nbmax Ti csf >=25	0	

Le suivi thermique a été réalisé du 31 octobre 2014 au 8 décembre 2015, soit 404 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique.

Les températures moyennes journalières varient de 2,4 à 22°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc dépassée de 3°C en période estivale et 1,9°C en hiver. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (juillet) atteint les 19,98°C pour une température instantanée maximale à 23°C. La limite des 19°C est donc dépassée pour 8,4% des jours du suivi pour des séquences d'une durée maximale de 209h consécutives et d'une durée cumulée de 868h. Le seuil léthal des 25°C n'est cependant pas atteint.

La période la plus froide, de janvier à mi-février, présente également des températures en dehors de la plage du préférendum de la truite fario. Ainsi, 4,5% des températures moyennes journalières du suivi sont inférieures à 4°C pour une température instantanée minimale de 2,09°C. Ainsi, seulement 87% des températures moyennes journalières de la période suivie sont comprises dans le préférendum de la truite.

**Sur 2015, les températures de la Burge à Aubigny sortent fréquemment de la plage de confort de la truite fario. Le régime thermique peut donc être un facteur limitant le développement de la truite fario ce qui justifie que la Burge ne soit pas un cours d'eau salmonicole.**

### 3.3 Bassin versant du Cher

De l'amont vers l'aval :

St 18 : Tartasse à Marcillat en Combraille

St 12 : Cher à Lavault-Ste-Anne

St 20 : Magieure à Vaux

St 22 : Arnon à Viplaix

St 15 : Œil à Malicorne

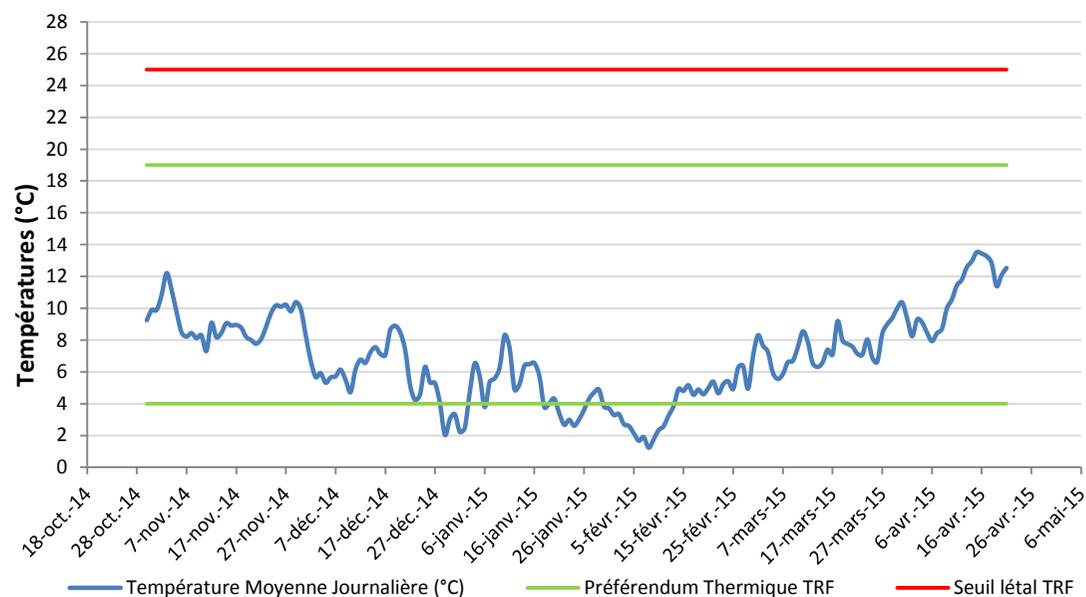
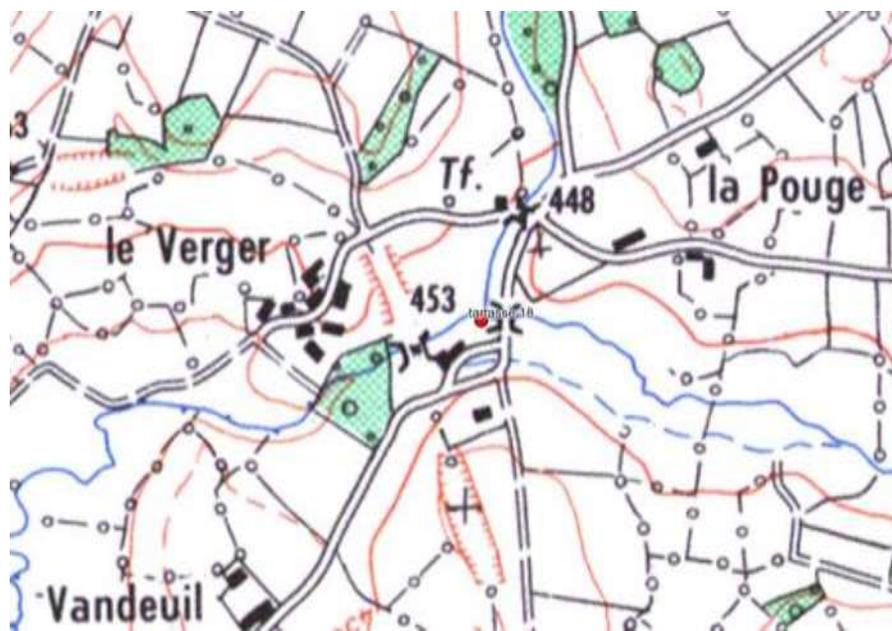
St 16 : Bandais à Vieure

St 17 : Aumance à Meaulne



Figure 5 : La Tartasse à Marcillat en Combraille

## St 18 : Tartasse à Marcillat en Combraille



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	0.34
	Ti max	16.9
	AT i	16.56
	Ajmax Ti	7.18
	D Ajmax Ti	09/04/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	1.23
	Tmj max	13.52
	AT mj	12.29
	D Tmj max	15/04/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	6.88
	Tm30j max	n.c.
Dd Tm30j max	n.c.	
Df Tm30j max	n.c.	

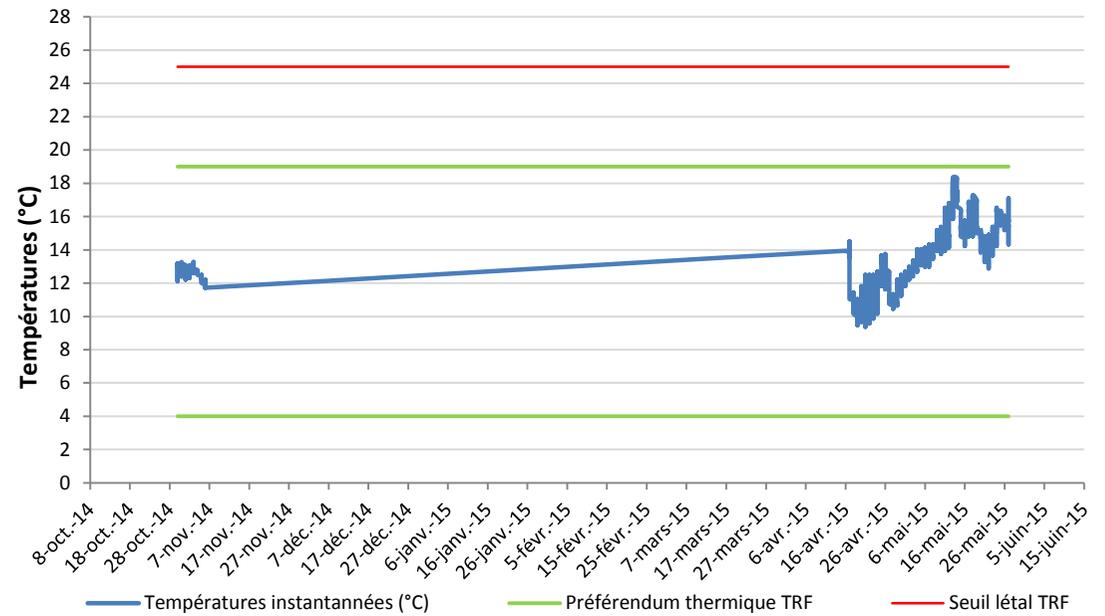
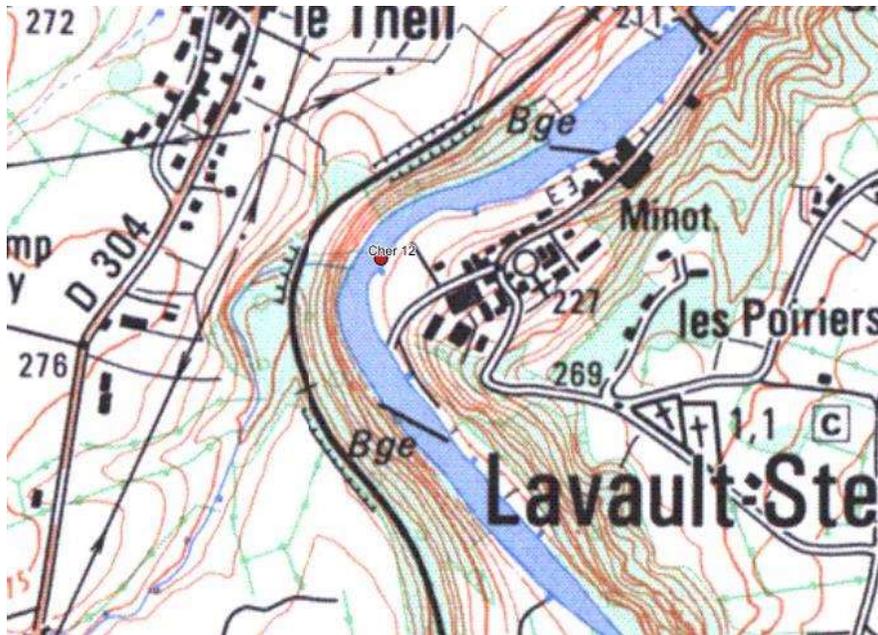
Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	146
	%j Tmj 4-19	83.9
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	16.1
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	13/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	n.c.
	Nb Ti >19	n.c.
	Nb sq Ti >19	n.c.
	Nbmax Ti csf >19	n.c.
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	n.c.
Nb sq Ti >=25	n.c.	
Nbmax Ti csf >=25	n.c.	

Suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données ne sont disponibles que jusqu'au 21 avril 2015, soit 174 jours depuis le 30 octobre 2014. Seules les données hivernales sont donc disponibles et les résultats concernant les périodes les plus chaudes ne peuvent pas être interprétés.

Les températures moyennes journalières varient de 1,23 à 13,5°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc dépassée de -2,77°C en période hivernale. Ainsi, 16% des jours du suivi présentent une température inférieure à 4°C durant la période la plus froide, de janvier à mi-février. 84% des températures moyennes journalières de la période suivie sont donc comprises dans le préférendum de la truite.

**Durant l'hiver 2015, les températures de la Tartasse à Marcillat-en-Combraille sortent assez fréquemment de la limite basse de la plage de confort de la truite fario sans toutefois dépasser sur une période significative la valeur seuil de 1,5°C et impacter sensiblement la phase embryo-larvaire.**

## St 12 : Cher à Lavault-Ste-Anne

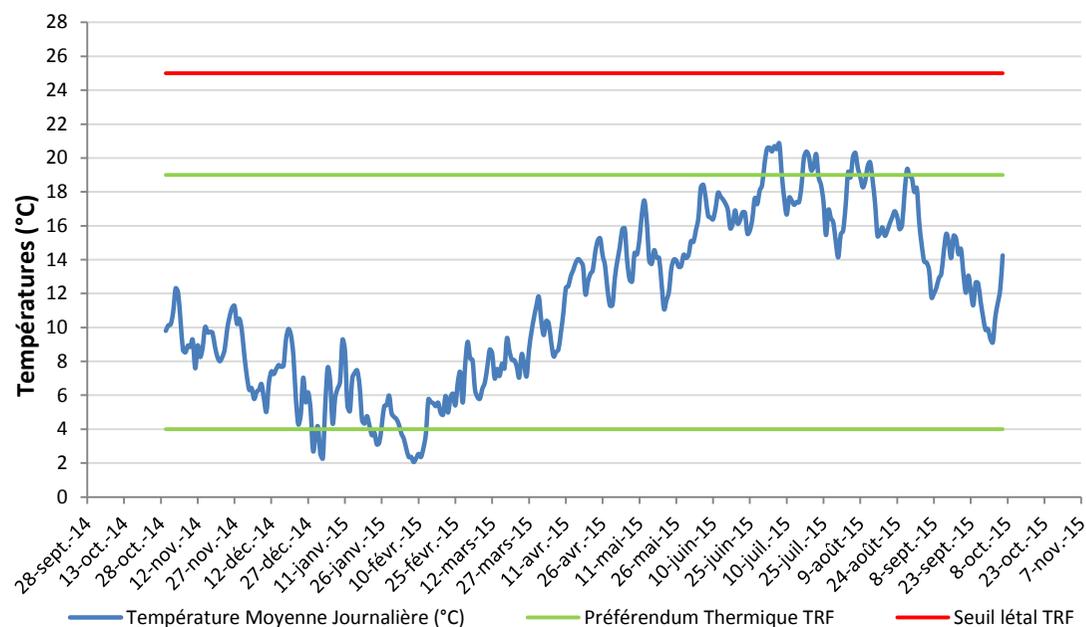


Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	
	Ti max	
	AT i	
	Ajmax Ti	
	D Ajmax Ti	
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	
	Tmj max	
	AT mj	
	D Tmj max	
	T°C sur la période	
	Tmp	
	Tm30j max	
	Dd Tm30j max	
Df Tm30j max		

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	
	%j Tmj 4-19	
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	
	Dd Tmj <4	
	Df Tmj <4	
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	
	Nb Ti >19	
	Nb sq Ti >19	
	Nbmax Ti csf >19	
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	
	Nb sq Ti >=25	
Nbmax Ti csf >=25		

Suite à un dysfonctionnement de la sonde, les données disponibles ne sont pas exploitables.

## St 20 : Magieure à Vaux



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1.22
	Ti max	22.43
	AT i	21.21
	Ajmax Ti	5.91
	D Ajmax Ti	03/08/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	2.06
	Tmj max	20.85
	AT mj	18.79
	D Tmj max	07/07/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	11.52
	Tm30j max	18.8
	Dd Tm30j max	26/06/2015
Df Tm30j max	25/07/2015	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	302
	%j Tmj 4-19	88.3
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	5.6
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	13/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	6.1
	Nb Ti >19	544
	Nb sq Ti >19	29
	Nbmax Ti csf >19	162
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	0
	Nb sq Ti >=25	0
Nbmax Ti csf >=25	0	

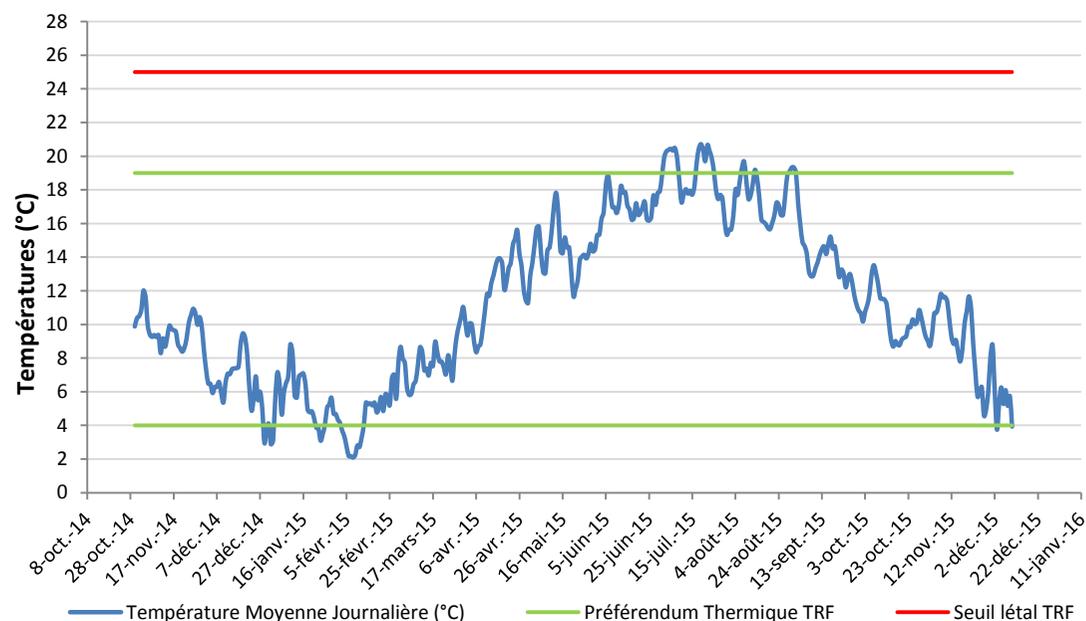
Le suivi thermique a été réalisé du 30 octobre 2014 au 6 décembre 2015, soit 402 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique.

Les températures moyennes journalières varient de 2 à 20,8°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc dépassée de 1,8°C en période estivale et 2°C en hiver. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (juillet) n'excède pas les 18,8°C pour une température instantanée maximale à 22,43°C. La limite des 19°C est donc dépassée pour 6% des jours du suivi pour des séquences d'une durée maximale de 162h consécutives et d'une durée cumulée de 544h. Le seuil léthal des 25°C n'est cependant pas atteint.

La période la plus froide, de janvier à mi-février, présente également des températures en dehors de la plage du préférendum de la truite fario. Ainsi, 5,6% des températures moyennes journalières du suivi sont inférieures à 4°C pour une température instantanée minimale de 1,22°C. Ainsi, 88,3% des températures moyennes journalières de la période suivie sont comprises dans le préférendum de la truite.

Sur 2015, les températures de la Magieure à Vaux sortent fréquemment de la plage de confort de la truite fario. Le régime thermique 2015 peut donc être un facteur limitant le maintien et le développement d'une population de truite fario, notamment pour la survie des juvéniles en période estivale.

## St 22 : Arnon à Viplaix



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1.22
	Ti max	21.09
	AT i	19.87
	Ajmax Ti	6.83
	D Ajmax Ti	22/04/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	2.09
	Tmj max	20.72
	AT mj	18.63
	D Tmj max	19/07/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	11.2
	Tm30j max	19.11
Dd Tm30j max	29/06/2015	
Df Tm30j max	28/07/2015	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	364
	%j Tmj 4-19	89.4
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	4.9
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	12/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	5.7
	Nb Ti >19	553
	Nb sq Ti >19	16
	Nbmax Ti csf >19	196
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	0
Nb sq Ti >=25	0	
Nbmax Ti csf >=25	0	

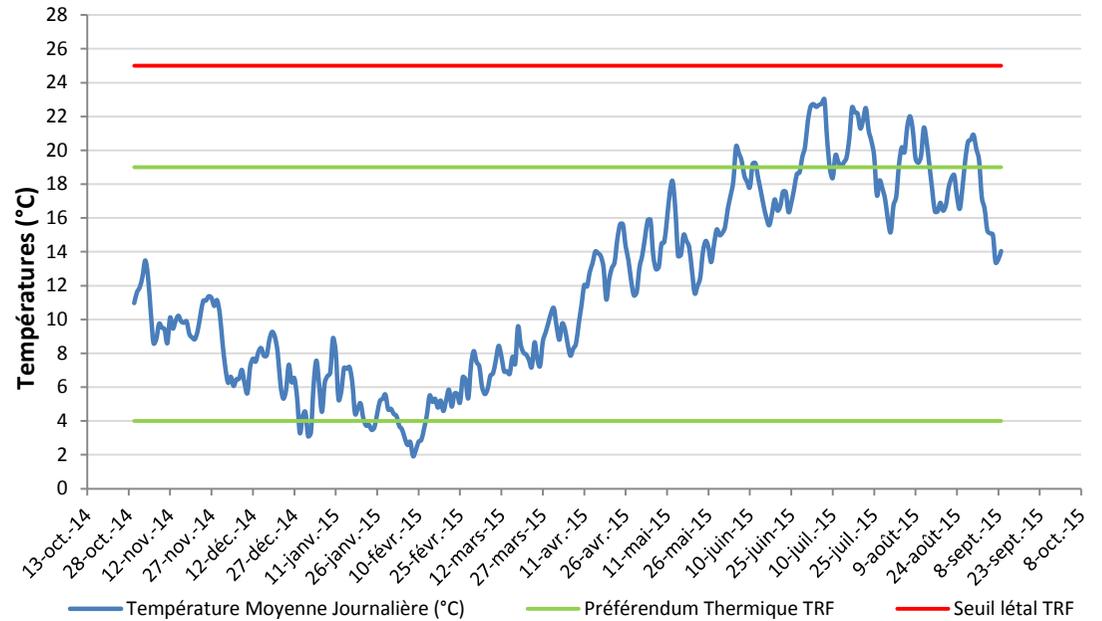
Le suivi thermique a été réalisé du 30 octobre 2014 au 10 décembre 2015, soit 407 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique.

Les températures moyennes journalières varient de 2 à 20,7°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc dépassée de 1,7°C en période estivale et 2°C en hiver. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (juillet) atteint les 19,11°C pour une température instantanée maximale à 21°C. La limite des 19°C est donc dépassée pour 5,7% des jours du suivi pour des séquences d'une durée maximale de 196h consécutives et d'une durée cumulée de 553h. Le seuil léthal des 25°C n'est cependant pas atteint.

La période la plus froide, de janvier à mi-février, présente également des températures en dehors de la plage du préférendum de la truite fario. Ainsi, 4,9% des températures moyennes journalières du suivi sont inférieures à 4°C pour une température instantanée minimale de 1,22°C. Ainsi, seulement 89,4% des températures moyennes journalières de la période suivie sont comprises dans le préférendum de la truite.

**Sur 2015, les températures de l'Arnon à Viplaix sortent fréquemment de la plage de confort de la truite fario. Le régime thermique 2015 peut donc être un facteur limitant le maintien et le développement d'une population de truite fario.**

## St 15 : Œil à Malicorne



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1
	Ti max	24.45
	AT i	23.45
	Ajmax Ti	5.12
	D Ajmax Ti	09/04/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	1.92
	Tmj max	23.01
	AT mj	21.09
	D Tmj max	07/07/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	11.96
	Tm30j max	20.74
Dd Tm30j max	26/06/2015	
Df Tm30j max	25/07/2015	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	250
	%j Tmj 4-19	79.4
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	5.4
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	12/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	15.2
	Nb Ti >19	1050
	Nb sq Ti >19	36
	Nbmax Ti csf >19	226
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	0
Nb sq Ti >=25	0	
Nbmax Ti csf >=25	0	

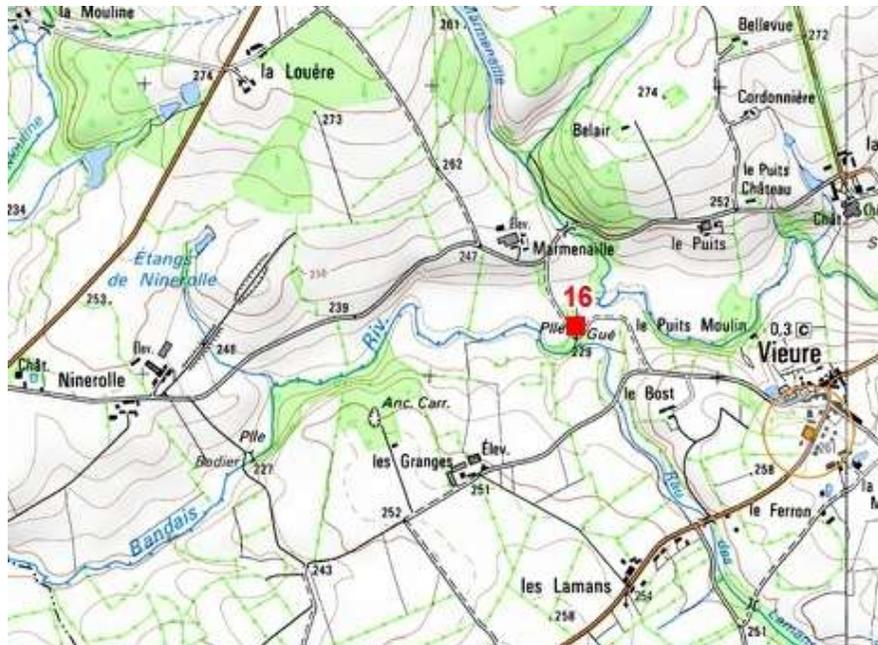
Le suivi thermique a été réalisé du 30 octobre 2014 au 9 septembre 2015, soit 315 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique.

Les températures moyennes journalières varient de 1,9 à 23°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc dépassée de 4°C en période estivale et 2,1°C en hiver. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (juillet) atteint les 20,7°C pour une température instantanée maximale à 24,45°C. Le seuil léthal des 25°C n'est pas atteint mais les températures instantanées s'en rapprochent fortement. La limite des 19°C est dépassée pour 15,2% des jours du suivi pour des séquences d'une durée maximale de 226h consécutives et d'une durée cumulée de 1050h.

La période la plus froide, de janvier à mi-février, présente également des températures en dehors de la plage du préférendum de la truite fario. Ainsi, 5,4% des températures moyennes journalières du suivi sont inférieures à 4°C pour une température instantanée minimale de 1°C. Ainsi, seulement 79,4% des températures moyennes journalières de la période suivie sont comprises dans le préférendum de la truite.

**Sur 2015, les températures de l'Œil à Malicorne présentent un réchauffement estival important. Le régime thermique est donc défavorable au maintien et développement des truites farios, notamment vis-à-vis de la survie des juvéniles en période estivale.**

## St 16 : Bandais à Vieure

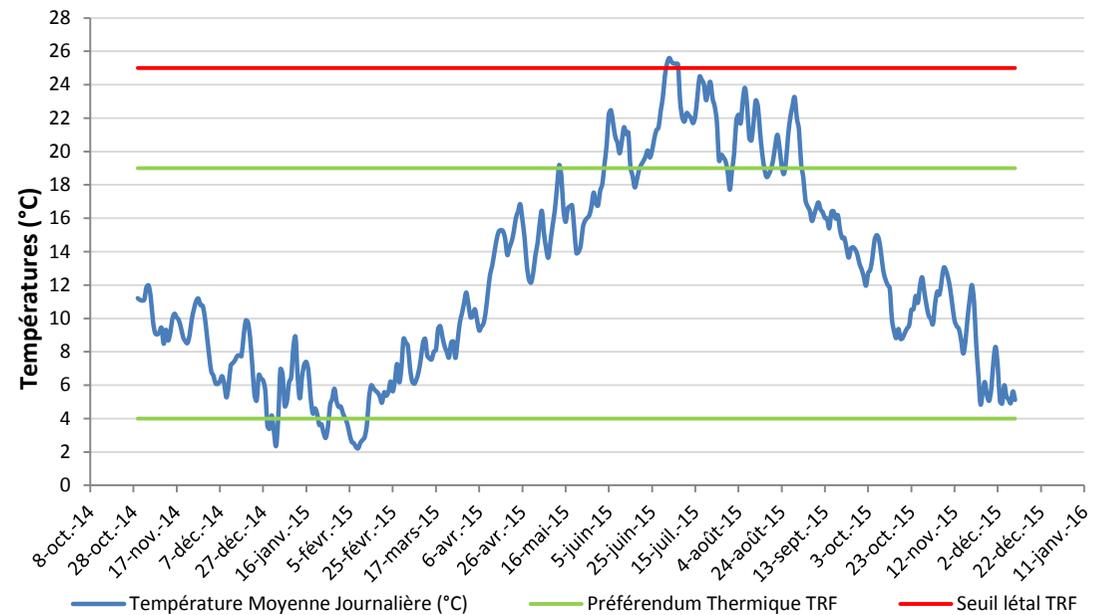
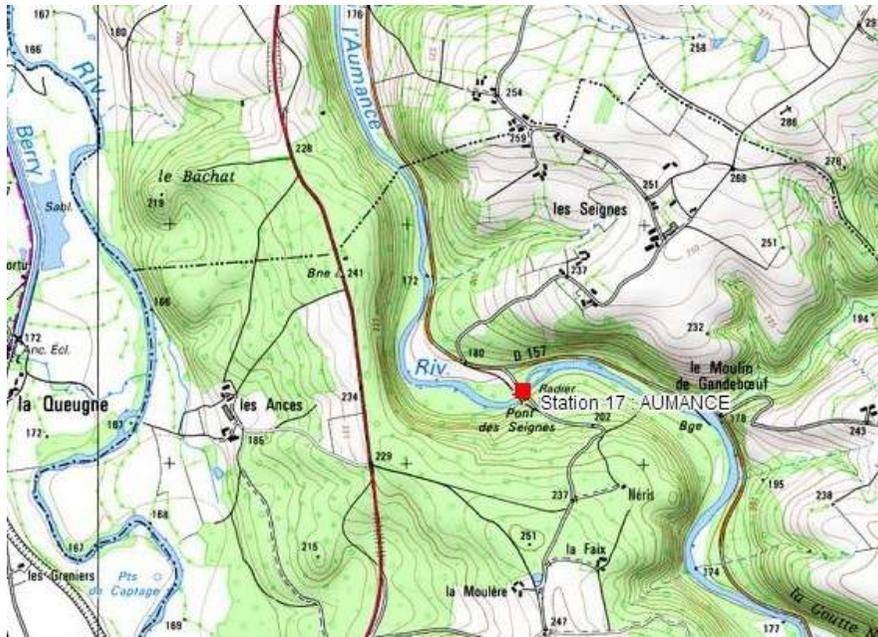


<b>Variables thermiques générales</b>	<b>T°C instantanées</b>	
	Ti min	
	Ti max	
	AT i	
	Ajmax Ti	
	D Ajmax Ti	
	<b>T°C moyennes journalières</b>	
	Tmj min	
	Tmj max	
	AT mj	
	D Tmj max	
	<b>T°C sur la période</b>	
	Tmp	
	Tm30j max	
	Dd Tm30j max	
Df Tm30j max		

<b>Préférendum thermique TRF</b>	<b>Plage de confort</b>	
	Nbj Tmj 4-19	
	%j Tmj 4-19	
	<b>T°C &lt; à la plage de confort</b>	
	%j Tmj <4	
	Dd Tmj <4	
	Df Tmj <4	
	<b>T°C &gt; à la plage de confort</b>	
	%j Tmj >19	
	Nb Ti >19	
	Nb sq Ti >19	
	Nbmax Ti csf >19	
	<b>Seuil léthal</b>	
	Nb Ti >=25	
	Nb sq Ti >=25	
Nbmax Ti csf >=25		

La sonde a été mise en place le 30 avril 2014 et un passage a été réalisé le 29 octobre 2014 afin de relever les données. Le capuchon du boîtier contenant la sonde avait été enlevé et la sonde n'a pas été retrouvée. Lors de la prochaine campagne de relevé des données, au printemps 2016, une nouvelle sonde sera installée en changeant l'emplacement.

## St 17 : Aumance à Meaulne



Variables thermiques générales	T°C instantanées	
	Ti min	1.66
	Ti max	28.36
	AT i	26.7
	Ajmax Ti	6.8
	D Ajmax Ti	03/08/2015
	T°C moyennes journalières	
	Tmj min	2.22
	Tmj max	25.6
	AT mj	23.38
	D Tmj max	03/07/2015
	T°C sur la période	
	Tmp	12.5
	Tm30j max	23.25
Dd Tm30j max	26/06/2015	
Df Tm30j max	25/07/2015	

Préférendum thermique TRF	Plage de confort	
	Nbj Tmj 4-19	307
	%j Tmj 4-19	75.4
	T°C < à la plage de confort	
	%j Tmj <4	4.7
	Dd Tmj <4	29/12/2014
	Df Tmj <4	13/02/2015
	T°C > à la plage de confort	
	%j Tmj >19	19.9
	Nb Ti >19	1840
	Nb sq Ti >19	40
	Nbmax Ti csf >19	738
	Seuil léthal	
	Nb Ti >=25	177
Nb sq Ti >=25	22	
Nbmax Ti csf >=25	14	

Le suivi thermique a été réalisé du 30 octobre 2014 au 10 décembre 2015, soit 407 jours. Les données sont donc disponibles sur l'ensemble d'un cycle biologique.

Les températures moyennes journalières varient de 2,2 à 25,6°C. La plage du préférendum thermique de la truite fario (4-19°C) est donc largement dépassée : 6,6°C en période estivale et 1,8°C en hiver. La température moyenne des 30 jours les plus chauds (juillet) atteint les 23,25°C pour une température instantanée maximale à 28,36°C. Le seuil léthal des 25°C est donc largement atteint pour une durée maximale de 14h consécutives et 177h cumulées. 19,9% des jours du suivi ont également une température moyenne supérieure à 19°C, pour des séquences d'une durée maximale allant jusqu'à 738h consécutives et d'une durée cumulée de 1840h. La survie des truites en période estivale est donc très fortement compromise.

La période la plus froide, de janvier à mi-février, présente également des températures en dehors de la plage du préférendum de la truite fario. Ainsi, 4,7% des températures moyennes journalières du suivi sont inférieures à 4°C pour une température instantanée minimale de 1,66°C.

**Avec seulement 75% des températures moyennes journalières comprises dans le préférendum thermique de la truite fario, le régime thermique de l'Aumance à Meaulne apparaît incompatible avec la présence de l'espèce à ce niveau de l'axe.**

## 4 Synthèse

### 4.1 Thermie générale

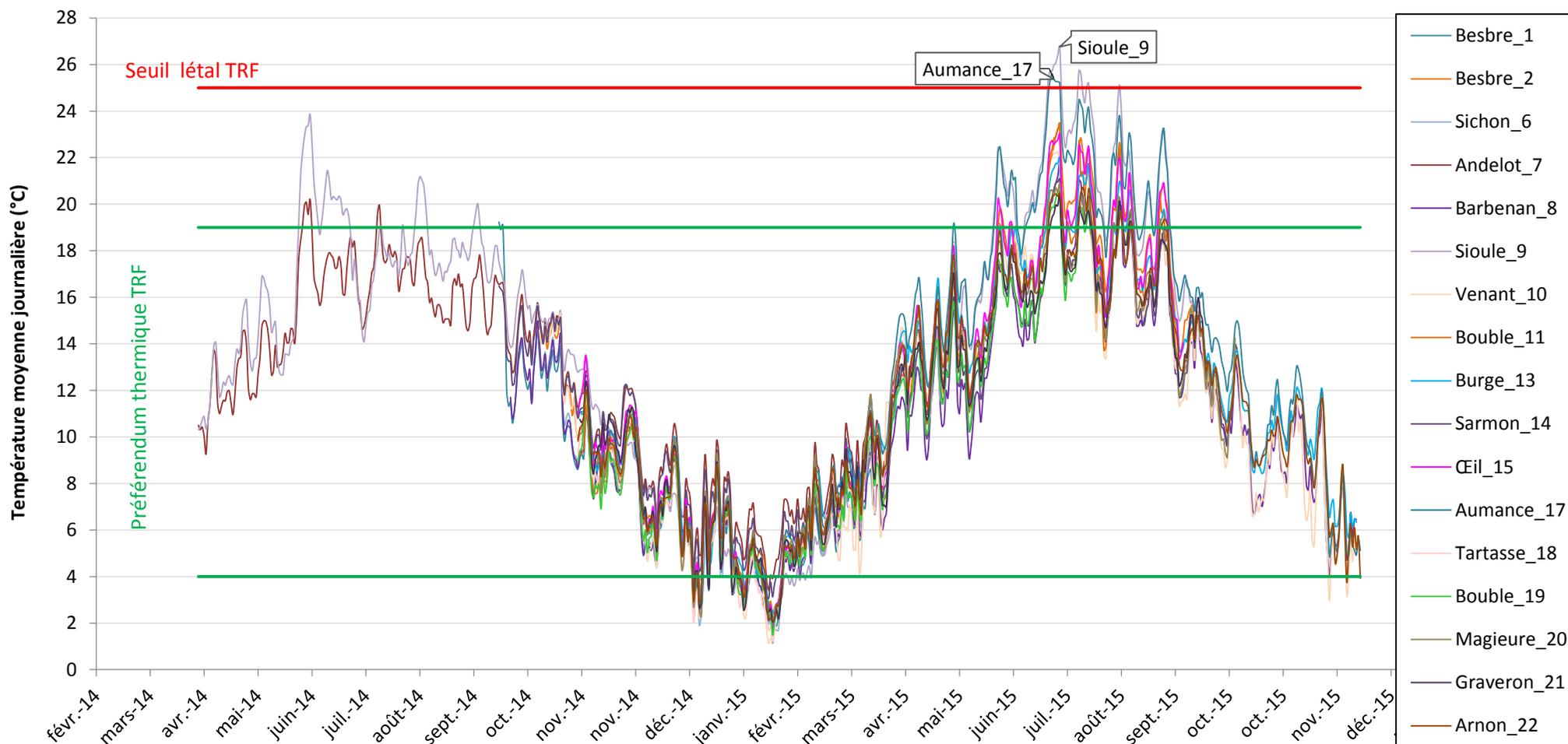


Figure 6 : Evolution de la température pour l'ensemble des stations

La comparaison des courbes de température sur l'ensemble des stations suivies permet de constater que la thermie des cours d'eau suit, globalement, les mêmes tendances sur l'ensemble du département. Ainsi, on remarque que la quasi-totalité des stations ont des températures inférieures à 4°C début 2015, et supérieures à 19°C au cours de l'été 2015. En effet, alors que l'hiver 2014-2015 (décembre, janvier, février) est relativement proche de la normale, 2015 est placée au 3<sup>ème</sup> rang des années plus chaudes en France depuis 1900, la température moyenne de l'année étant 1°C au-dessus de la normale (Météo France). Un épisode de canicule au mois de juillet, avec deux vagues de

chaleur successives, associé à des précipitations déficitaires de plus de 20% dans certaines régions, explique que les températures des cours d'eau à l'étiage soient si élevées, même sur les stations « d'altitude » de la Montagne Bourbonnaise. Cependant, deux stations se font particulièrement remarquer par des températures estivales passant au-dessus du seuil léthal de la truite fario (25°C) : la Sioule à St Germain de Salles (St 9) et l'Aumance à Meaulne (St 17).

## 4.2 Température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds (Tm30jmax)

La température moyenne des 30 jours consécutifs les plus chauds est utilisée pour le calcul de variables comme le Niveau Typologique Théorique (NTT). La température du mois le plus chaud de l'année entre donc dans les caractéristiques stationnelles influençant la nature et la diversité des peuplements piscicoles. Ces données permettront donc, entre autres, d'affiner l'interprétation des données du Réseau de Suivi des Peuplements Piscicoles 2015.

En cette année marquée par une canicule estivale et un étiage particulièrement sévère, on constate que même les cours d'eau de la Montagne Bourbonnaise ont subi un réchauffement important. Le Barbenan à Arfeuilles est ainsi passé au-dessus de la limite supérieure du préférendum thermique de la truite fario et apparaît comme la station avec la plus forte hausse de température par rapport à 2014 (+3,67°C sur les 30 jours consécutifs les plus chauds). Cette température estivale élevée, associée aux débits proches de l'assec constatés pour de nombreux petits affluents, peut avoir un impact important sur la survie des juvéniles de truites.

Etonnamment, plusieurs petits cours d'eau de plaine ne semblent pas avoir autant souffert des conditions climatiques. Le Venant à Voussac, l'Arnon à Viplaix, la Magieure à Vaux, et principalement le Graveron à Sorbier, montrent une température estivale nettement plus fraîche en 2015 qu'en 2014 (-1.33 °C pour le Graveron). La température moyenne des 30 jours les plus chauds de ces cours d'eau reste également inférieure au seuil des 19°C du préférendum de la truite fario.

En revanche, les grandes rivières qui étaient déjà sujettes au réchauffement en 2014 ont continué sur le même schéma. Ainsi, la Besbre à St Prix, qui était proche de la plage de préférendum thermique en 2014, est 1,76°C plus chaude cette année. Son régime thermique apparaît donc comme un facteur limitant la présence de truites à ce niveau de l'axe. Les régimes thermiques de la Sioule à St Germain de Salles, la Bouble à Chantelle, l'Aumance à Meaulne, et l'Œil à Malicorne peuvent également être considérés comme non conformes pour le maintien de populations de truites. Ce constat est d'autant plus problématique pour la Sioule qui a atteint 24,2°C de moyenne sur les 30 jours les plus chauds alors qu'elle présente un enjeu de reproduction pour le saumon à ce niveau de l'axe.

Bassin versant	N° Station	Cours d'eau	Commune	X L93	Y L93	T°C moy. 30 J les plus chauds 2015
Besbre & Loire	1	Besbre	St Clément	754230	6552316	16,3*
	8	Barbenan	Arfeuilles	756220	6562279	19,97
	2	Besbre	Saint Prix	749849	6570338	21,06
	21	Graveron	Sorbier	748887	6585038	18,37
	3	Besbre	Dompierre s/ Besbre	753478	6603613	22,7*
	4	Rau de Loddes	Pierrefitte sur Loire	763354	6597999	18,8*
	5	Abron	St Ennemon	732096	6617349	16,7*
Cher	18	Tartasse	Marcillat en Combraille	672822	6564623	19,6*
	12	Cher	Lavault Ste Anne	669023	6578956	19,7*
	20	Magieure	Vaux	667473	6590911	18,8
	22	Arnon	Viplaix	650090	6596292	19,11
	15	Œil	Malicorne	681165	6579914	20,74
	16	Bandais	Vieure	689590	6600351	-
	17	Aumance	Meaulne	671655	6607668	23,25
Sioule & Allier	6	Sichon	Arronnes	743794	6551159	17,7*
	14	Sarmon	Brugheas	728591	6552846	18,75
	7	Andelot	Brout Vernet	722536	6566494	17,74
	9	Sioule	St Germain de Salles	715999	6563737	24,2
	10	Venant	Voussac	704345	6581860	19,42
	19	Bouble	Echassières	694 204	6568367	18,03
	11	Bouble	Chantelle	710747	6571205	20,22
	13	Burge	Aubigny	711295	6620537	19,98

\* valeur 2014 (donnée 2015 non disponible ou non exploitable)

Tableau 3 : Températures moyennes des 30 jours les plus chauds

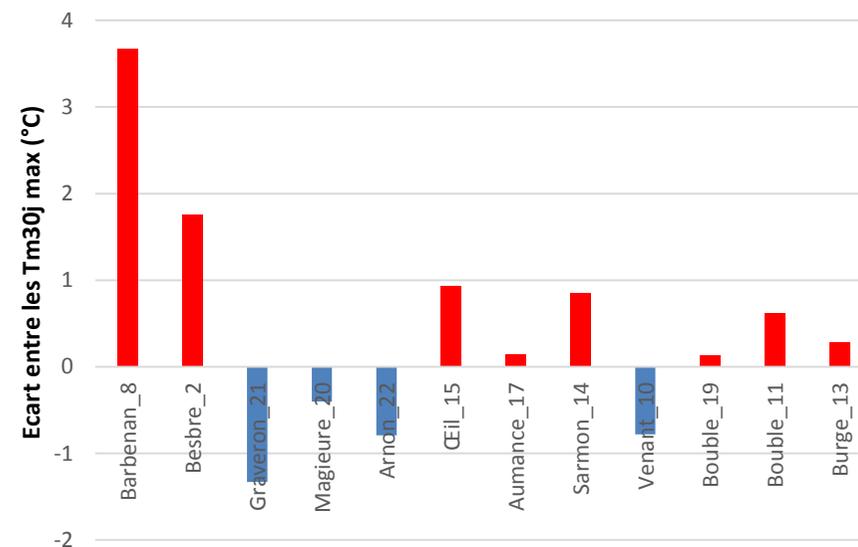
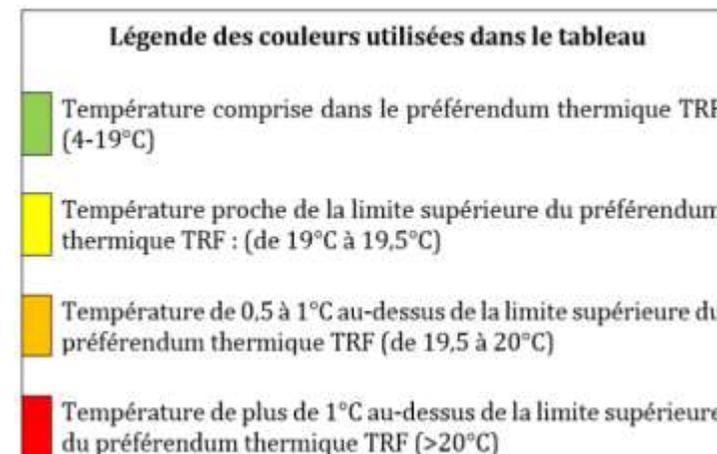


Figure 7 : Ecart entre les températures moyennes des 30 jours les plus chauds de 2014 et 2015 (stations où les données sont disponibles sur les 2 années)

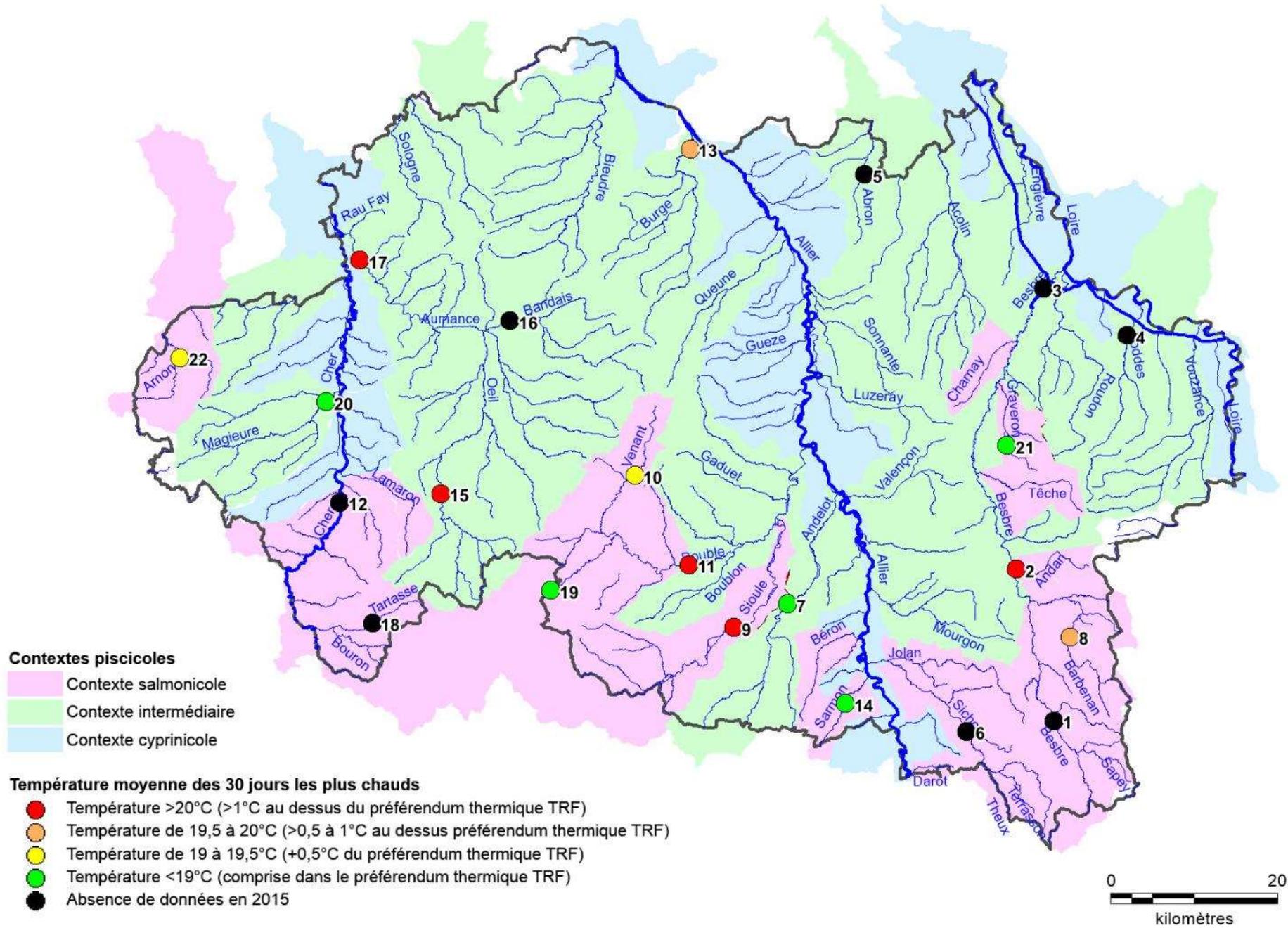


Figure 8 : Températures moyennes des 30 jours consécutifs les plus chauds en 2015

### 4.3 Evaluation de la méthode appliquée

A l'issue de cette deuxième année de suivi, on constate que :

- L'ensemble des sondes a pu être relevé et celle de la Sioule a été déplacée afin de la rendre plus accessible ;
- Une sonde a été perdue (Besbre à Dompierre) à cause d'une érosion importante de la berge et sera remplacée ;
- Plusieurs sondes ont montré des signes de dysfonctionnements (manque de piles, irrégularité dans l'enregistrement, ...) alors que la navette de récupération des données les avait relancées sans problème.
- Certaines sondes ont enregistré des valeurs aberrantes (Abron, Rau de Loddès) en lien avec un engorgement du boîtier qui atténue les variations de la température de l'eau.

Les sondes qui ont présenté des données aberrantes sur le ruisseau de Loddès et sur l'Abron seront déplacées au printemps afin de permettre l'acquisition de données fiables.

Les données seront toujours relevées systématiquement deux fois par an, mais également lors des déplacements des agents de la Fédération dans le cadre d'autres missions. Une relève plus fréquente des sondes devrait permettre d'assurer la récupération d'un maximum de données exploitables et de déplacer les sondes au cas où leur emplacement ne serait pas jugé optimal pour l'obtention de données fiables (engorgement, niveaux d'eau...) ou pour la sécurisation des données (berge érosive, embâcle...).

Le réseau sera également complété par 10 stations supplémentaires, principalement sur les cours d'eau où la truite fario est présente, afin d'affiner l'analyse à l'échelle des bassins versants et du département. Les cours d'eau choisis pour compléter le Réseau de Suivi Thermique sont :

- Le Sapey
- Le Barbenan amont
- Le Sichon amont
- La Têche
- Le Gaduet
- Le Mourgon
- L'Andan
- Le Darot
- Le Cher à l'amont du complexe de Rochebut Prat
- Le Cher médian



Figure 9 : Le Sapey

## 5 Conclusion

---

Les données 2015 mettent principalement l'accent sur l'impact important de la canicule estivale et du déficit en précipitations. Ainsi, les cours d'eau de la Montagne Bourbonnaise, bien que relativement préservés au niveau thermique, apparaissent très réactifs aux conditions climatiques.

D'une manière générale, les cours d'eau de l'Allier ont souffert d'un réchauffement estival conséquent à la suite d'un hiver relativement froid. La succession de ces deux paramètres pourra alors expliquer le faible recrutement en juvéniles de truites constaté lors des pêches électriques de l'automne 2015.

Ces résultats confirment donc l'importance du RST 03. La poursuite de l'acquisition des données de températures, et l'extension du réseau, permettra de compléter et affiner les interprétations, autant au niveau des régimes thermiques que du calcul des indices qui y sont liés.

## 6 Références bibliographiques

---

Alabaster J.S., Llyod R., 1980. Water quality criteria for fresh water fish, Butter Worths Ed., London, 297p.

Crisp D.T., 1996. Environmental requirements of common riverine European salmonid fish species in freshwater with particular reference to physical and chemical aspects. *Hydrobiologia* 323, 201-221.

Demore A., 2013. Suivi thermique et piscicole des têtes de bassin du département du Rhône 2013. Fédération du Rhône pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique. 62p.

Dumoutier Q., Vigier L. et Caudron A. 2010. Macro Excel d'Aide au Calcul de variables thermiques appliquées aux Milieux Aquatiques Salmonicoles, MACMASalmo1.0. Rapport SHL293.2010 / FDP74.10/03 disponible sur [http://www.pechehautesavoie.com/telechargement1\\_bis.php?categ=5](http://www.pechehautesavoie.com/telechargement1_bis.php?categ=5)

Elliott J.M., 1975. The growth rate of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum rations. *Journal of Animal Ecology* 44, 805-821.

Elliott J.M., 1981. Some aspects of thermal stress on freshwater teleosts. pp 209-245 In *Stress and fish*, Pickering A.D (ed), Academic Press London.

Elliott J.M., 1984. Growth, size, biomass and production of young migratory trout *Salmo trutta* in a Lake District stream; 1966-83. *Journal of Animal Ecology* 53, 979-994.

Elliott J.M., 1994. *Quantitative ecology and the brown trout*. Oxford University Press, Oxford, 286 pp.

Elliott J.M., Hurley M.A., 2001. Modelling growth of brown trout, *Salmo trutta*, in terms of weight and energy units. *Freshwater Biology* 46, 679-692.

Gombert C., Lelièvre M., 2015. Réseau de Suivi Thermique des cours d'eau de l'Allier (RST03) – Campagne printemps à automne 2014. FDPPMA 03, mars 2015. 45 p.

Gres P., 2013. Réseau Départemental de Suivi de la Qualité des Rivières de la Loire, Bilan de l'année 2012. FDPPMA 42, juillet 2013. 166 p.

Humpesch U.H., 1985. Inter-and intra-specific variation in hatching success and embryonic development of five species of salmonids and *Thymallus thymallus*. *Archiv fur Hydrobiologie* 104, 129-144.

Lery S., 2009. Mesures en continu des températures sur quelques rivières du Pays de la Loire. Période 2003-2007. Cellules Qualité des Eaux et Hydrométrie de la DIREN des Pays de la Loire, ONEMA, février 2009. 16 p.

Passeron R., Barla C., 2012. Réseau Thermiques des cours d'eau des Alpes Maritimes 2012. FDPPMA 06. 12 p.

Service communication de l'ONEMA. La température des cours d'eau sous haute surveillance. Les fiches de l'Onema. 2 p.

Varley M.E., 1967. Water temperature and dissolved oxygen as environmental factors affecting fishes. pp 29-52 In *British freshwater fishes*, Fishing News, London

Vigier L., Catinaud L. & Bini G., 2013. Etude de la qualité thermique du bassin des Dranses données 2007-2008. Rapport FDP74.13/08, 15p

Verneaux J., 1973. Cours d'eau de Franche-Comté (Massif du Jura). Recherches écologiques sur le réseau hydrographique du Doubs. Thèse d'Etat. Université de Franche-Comté, Besançon, 257p.

## 7 Annexes

Annexe 1 : Exemple de fiche de suivi station



**Réseau de Suivi Thermique de l'Allier :**  
**Fiche station**

<b>N° station :</b>	<b>6</b>	Cours d'eau :	SICHON	Bassin Versant :	ALLIER	Commune :	ARRONNES	Lieu dit :	bourg
<b>Coordonnées GPS :</b>		LII et L93	X : 695167 X : 743794	Y : 2118364 Y : 6551159					

**Description de l'accès au site :**

Depuis centre du village, descendre sur la gauche du pont (avant de le traverser)

**Description de la localisation de la sonde :**

Traverser (sonde en rive gauche) - Petite anse à l'aplomb du rocher sur l'autre rive, en dessous de 3 arbres alignés. Sur racine à gauche de l'anse

Type de support : Racine

N° sonde	Pose			Levé				
	Date	Heure	Opérateur	Date	Heure	Opérateur	Rempl. Sonde (n°)	Rempl. Pile
2366247	03/04/14	15:20	CG	06/10/2014	17:00	CG	non	non
2366247	06/10/14	17:00	CG					

**Remarques :**